ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

NEUNZEHNTER BAND

MIT 186 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29
1932.

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN.

PRINTED IN GERMANY.

Inhaltsverzeichnis zum neunzehnten Band.

I. Originalaufsätze.

Seite

Andersen, Prof. Dr. K. Th., Kann sich *Calandra granaria* L. im Mehl fortpflanzen? (Mit 1 Abbildung.) 307

Ass, M., und Funtikow, G.†, Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen. (Mit 13 Abbildungen und 6 Kurven.) 557

Beling, I., Zur Biologie von *Nemeritis canescens* Grav. (Hymen. Ophion.) I. Züchtungserfahrungen und ökologische Beobachtungen. (Mit 5 Abbildungen.) . . . 223

Blunck, Hans, Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der Metamorphose getreidebewohnender Halticinen. (Mit 14 Abbildungen.) 357

Bodenheimer, F. S., *Icerya purchasi* Mask. und *Novius cardinalis* Muls. Eine bevölkerungswissenschaftliche Studie über die Grundlagen der biologischen Bekämpfung. (Mit 8 Abbildungen.) 514

Eliescu, Grigore, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. I. Teil. (Mit 20 Abbildungen.) 22

Eliescu, Grigore, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. II. Teil. (Mit 15 Abbildungen.) 188

Fahringer, Dr. Josef, Zwei neue Braconidenarten als Feinde einer Mordraupe. (Mit 2 Abbildungen.) 144

Fischer, Karl Rudolf, Beiträge zur Ernährungsbiologie von *Hylobius abietis* L. und Untersuchungen über die Ökologie und Klimatologie seines Nahrungsraumes. (Mit 2 Abbildungen.) 250

Friederichs, Heinz F., Zur Biologie von *Ptinus tectus* Boield. (Mit 2 Abbildungen.) 301

Friederichs, K., Kiefernspanner und Parasiten nach der Gradation 130

Geiger, Rudolf, Meteorologische Beobachtungen bei der mittelfränkischen Kieferneulenbekämpfung mit Flugzeug und Motor im Frühjahr 1931. (Mit 8 Abbildungen.) 207

Hecht, Otto, Exerimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken II. 579

Kirschner, Robert, Beurteilung der Giftwirkung gasförmiger Insecticide auf Grund der Schlagfrequenz des Dorsalgefäßes. (Mit 5 Abbildungen.) 544

Klein, H. Z., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. I. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L. (Mit 10 Abbildungen.) 395

Kojima, Toshibumi, Beiträge zur Kenntnis von *Lyctus linearis* Goeze. (Mit 17 Abbildungen.) 325

Langenbuch, Dr. R., Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. (Mit 12 Abbildungen.) 278

Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N., Die Nahrungsnormen des Kieferspinners (*Dendrolimus pini* L.). 85

Marcus, Dr. B. Adolf, Ein neues Kontaktmittel („Forestit"-Merck) in der Schädlingsbekämpfung. (Mit 3 Abbildungen.) 68

Seite

Morgenthaler, Otto, Ein Jahrzehnt Milbenkrankheit der Honigbiene. Entdeckung, Erforschung und Bekämpfung eines Seuchen-Erregers. (Mit 11 Abbildungen.) . 449
Schwerdtfeger, Dr. F., Betrachtungen zur Epidemiologie des Kiefernspanners. (Mit 3 Abbildungen.) 104
Zwölfer, W., Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten. (Mit besonderer Rücksicht auf E. Martinis „Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen".) 1
Zwölfer, W., Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens II. Über die Beziehungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. zu biotischen Umweltfaktoren. (Nebst Bemerkungen über deren praktische Verwertbarkeit.) (Mit 8 Abbildungen.) 161
Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. (Mit 5 Abbildungen und 5 Diagrammen.) 497

II. Kleine Mitteilungen.

Zur Biologie der Gattung *Sitona* Germ. Von L. Brammanis. (Mit 2 Abbildungen.) 147
August Forel. Von K. Escherich 151
Personalien 153
Das Reiszünslerproblem in China. Von Pang Hwa Tsai, München. (Mit 5 Diagrammen.) 608
Die Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes. Von W. Zwölfer, München. (Mit 2 Abbildungen.) 614
Bioklimatogramme. Von W. Zwölfer, München. (Mit 1 Abbildung.) 617
Der Produktionsbegriff in der Biologie 618
Beobachtungen über einige Tipula-Arten bei Berlebeck i. L. (Teutoburger Wald) im Mai 1932. Von Walther Kruel, Göttingen. 622
Moriz Seitner, siebzig Jahre. (Mit 1 Abbildung.) 625
Der V. Internationale Entomologenkongreß in Paris. Von H. Eidmann, Hann.-Münden 527

III. Referate.

Einzelreferate 154, 490
Russische Arbeiten über landwirtschaftliche Schädlinge (1929—1930). Besprochen von Klemm, Berlin-Dahlem 632

IV. Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 312

Autorenregister 642
Sachregister 647

Band XIX, Heft 1.

Originalaufsätze.

Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten.

(Mit besonderer Rücksicht auf E. Martinis „Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen".)[1])

Von

W. Zwölfer, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie.)

Vor kurzem veröffentlichte E. Martini eine dankenswerte Studie, in der er eine kritische Sichtung jener Vorstellungen und Begriffe versucht, mit denen bei Untersuchungen über den Massenwechsel der Insekten bislang gearbeitet worden ist. Ihr Erscheinen ist um so mehr zu begrüßen, als es diesem Sondergebiet ökologischer Forschung bis jetzt an einer einheitlichen Ausdrucksweise für verschiedene Begriffe fehlte. Die entsprechenden Bezeichnungen haben denn auch mangels exakter Definitionen bei verschiedenen Autoren vielfach in wechselndem Sinne Anwendung gefunden und dergestalt zuweilen zu Mißverständnissen Anlaß gegeben, die sich bei einem besseren Ausbau der Terminologie vielleicht hätten vermeiden lassen.[2])

Bei kritischer Prüfung der Ausführungen Martinis wird man indes seinen scharfsinnigen Überlegungen nicht in allen Punkten voll beipflichten können. Dies gilt besonders hinsichtlich dessen, was er über kausalanalytische Betrachtungsweisen mitteilt. Andere Punkte, wie jene über die Nutzanwendung der Klimogramme, erfordern einer Berichtigung und Ergänzung. Da gerade diesen Dingen in der Methodik bevölkerungstheoretischer Untersuchungen an Insekten besondere Bedeutung zukommt, dürfte eine Diskussion der strittigen Punkte am Platze sein. —

---

[1]) Martini (1).

[2]) Der Umstand, daß Martini einige Darstellungen meiner früheren Publikationen mißverstanden hat, dürfte hiermit zusammenhängen. Er war im übrigen Anlaß zur Veröffentlichung dieser Überlegungen.

Was zunächst die Kausalanalyse anbetrifft, so unterscheidet Martini „zwei prinzipiell entgegengesetzte Wege", die bislang zu gehen versucht worden sind: Der eine stellt einem „Prinzip der Vermehrung" ein solches „der Verminderung" entgegen. Ersteres wird als „Entwicklungspotential", letzteres als „Widerstand der Umgebung" bezeichnet.

Die andere von Martini (2) begründete Auffassung ist ein Versuch einheitlicher Betrachtung des Geschehens. Sie besteht in einer Wertung der präimaginalen und imaginalen Entwicklungsstufen, welche im „Weibchenwert" der einzelnen Stadien und im „Eiwert" eines Weibchens ihren zahlenmäßigen Ausdruck findet. „Ei- und Weibchenwert" sind relativ zu den gegebenen Bedingungen und können dementsprechend bei ein und derselben Art je nach den äußeren Verhältnissen verschieden sein.

Zufolge dieser grundsätzlichen Einstellung der beiden Auffassungen, wird erstere von Martini der Kürze halber als „dualistische", letztere als „monistische" bezeichnet — eine Ausdrucksweise, die im folgenden beibehalten werden soll. Gegen die „dualistische" Auffassung des Geschehens erhebt nun der Genannte schwerwiegende Einwände. Nach seiner Ansicht führt diese Richtung:

1. zwangsläufig zu irrigen Vorstellungen über die Höhe des Widerstandes bezw. über die „Gesamternte des Todes" in Gebieten mit verschiedener Generationenzahl einer Art,
2. versagt bei Betrachtungen über Organismen mit mehrjähriger Generation,
3. versagt bei Arten, deren Generationen sich überschneiden.

Diese Einwände sind berechtigt, wenn man wie Martini (1), Bodenheimer (3, 4) und einige andere Autoren von einer Definition des Entwicklungspotentiales ausgeht, in welche der willkürliche Begriff des Jahres einbezogen ist. Sie werden aber hinfällig, wenn sich das Entwicklungspotential unter Berücksichtigung des Sexualindex auf die in einer Generation von einem Weibchen gezeugten Nachkommen beschränkt. Eine derartige Auffassung nähert sich jener Definition, die Martini für den Begriff des „Eiwertes" eines Weibchens gibt, ohne ihr ganz zu entsprechen. Im übrigen ist sie ebenso als Gegenspieler des Widerstandes vorstellbar, wie jene andere Auffassung des Entwicklungspotentiales, die mit der Nachkommenzahl im Laufe eines Jahres rechnet.

Im einzelnen ist dies bei früherer Gelegenheit gezeigt worden [Zwölfer (5)]. Im Hinblick auf die oben erwähnten Schwierigkeiten wurde damals der Ausdruck „Entwicklungspotential" vermieden, da er bereits von Bodenheimer (3) dem Sinn nach ähnlich wie bei Martini unter Einbeziehung des Jahres definiert worden ist. An seiner Stelle wurde zunächst die neutrale Bezeichnung „Zeugungskraft" verwendet, die in der Durchschnittszahl der Nachkommen eines Weibchens in einer

Generation zum Ausdruck kam.[1]) Da jedoch Bodenheimer inzwischen von der Einbeziehung des Jahres in den Begriff „Entwicklungspotential" selbst abgekommen ist,[2]) so dürfte nunmehr einer Verwendung dieses Ausdruckes an Stelle der Bezeichnung „Zeugungskraft" nichts im Wege stehen.

Von dieser Grundlage ausgehend wurde dort für Arten mit mehr oder minder scharf getrenntem Generationenablauf und kurzer Lebensdauer der Imago eine Gleichung abgeleitet, in der die jeweilige Bevölkerungsdichte einer Art dargestellt ist als Funktion der Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen, des Sexualindex, der Ausgangsdichte der Bevölkerung und des Totalwiderstandes bezw. der Gesamtheit der Partialwiderstände. Wird diese Gleichung auf mehrere Generationen ausgedehnt, was keinerlei Schwierigkeiten bereitet, so erscheinen in ihr die Totalwiderstände der einzelnen Generationen als gesonderte Glieder, da sie von Generation zu Generation Änderungen unterliegen können.

Bei dieser Betrachtungsweise wird die obige von Martini kritisierte Schlußfolgerung vermieden, wonach in Gebieten mit zahlreichen Generationen einer Art im Jahre der Widerstand der Umgebung außerordentlich viel größer ist, als in solchen mit wenigen oder nur einer Generation der betreffenden Art in derselben Zeit. Es zeigt sich hierbei zwangsläufig, daß in den erstgenannten Gegenden die Totalwiderstände der einzelnen Generationen im großen ganzen innerhalb ähnlicher Größenordnungen schwanken, wie in den letztgenannten. Wenn man nicht schon in der Verminderung der Generationenzahl in gemäßigten Gegenden eine Folge des Widerstandes der Umwelt erblicken will — was, wie Martini bereits zeigt, begrifflich unzulässig ist —, dann liegt bei einer zweckmäßigen Definition des Entwicklungspotentiales auch für die dualistische Auffassung des Geschehens kein Grund zu irrigen Schlußfolgerungen vor. —

Auf den zweiten der genannten Einwände gegen die „dualistische" Betrachtungsweise ausführlich einzugehen, erübrigt sich: es ist evident, daß ein Entwicklungspotential, das auf die Generation bezogen wird, auch bei Arten mit mehrjähriger Generation ohne weiteres Anwendung finden kann. —

Was den dritten Einwand Martinis anbetrifft, demzufolge die „Potential-Widerstand" Auffassung bei überschneidenden Generationen versagen soll, so ist bereits bei früherer Gelegenheit kurz angedeutet worden, daß auch dieser Fall mit ihr behandelt werden kann [Zwölfer (5) S. 754]. Allerdings liegen die Verhältnisse hierbei wesentlich komplizierter als im Falle getrennter Generationen und der Versuch ihrer allgemeinen Formulierung führt zu entsprechend verwickelteren Ableitungen. Im Prinzip

[1]) An der betreffenden Stelle hatte ich seinerzeit von der „Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen" schlechthin gesprochen ohne die Generation ausdrücklich zu erwähnen. Das darunter nicht die theoretisch im Laufe eines Jahres mögliche Nachkommenzahl gemeint war, versteht sich bei der gegebenen Fassung von selbst.

[2]) Nach einer mir im Februar 1931 gemachten mündlichen Mitteilung Herrn Professor Bodenheimers.

läßt sich der Weg, den die „monistische“ Richtung hierbei beschritten hat, auch von der „dualistischen“ einschlagen:

So wie Martini mit dem verschiedenartigen Weibchenwert der einzelnen Entwicklungsstufen rechnet, also dem Produkte ihrer Überlebungswahrscheinlichkeit mit dem Sexualindex der Art, genau so ist bei dualistischer Betrachtungsweise mit verschiedenen Widerstandswerten für die einzelnen Stufen zu arbeiten, die auf diese bis zur Erreichung ihres Imaginalstadiums wirken. Daß diese Widerstandswerte für die einzelnen Stufen erheblich voneinander abweichen können, ist ohne weiteres einzusehen. Sie stellen ja im Grunde die Sterbewahrscheinlichkeit der einzelnen Stadien für die Erreichung einer bestimmten Altersgrenze vor (in diesem Falle der Altersgrenze der Imago), und müssen dementsprechend um so größer sein, je größer die Entfernung eines Stadiums von dieser Altersgrenze ist. Wendet man die Betrachtungsweise auf den „Populationsquerschnitt“ [Martini (1)] einer Art an, so ist dessen „Imaginalwert“ ohne weiteres darstellbar. Natürlich erhält man bei solchem Vorgehen nicht wie Martini den „Weibchenwert“ eines Querschnittbildes, da ja der Sexualindex bei dieser Rechenoperation nicht mit der Sterbewahrscheinlichkeit der einzelnen Stufen multipliziert wurde. Doch läßt sich der „Imaginalwert“ des Querschnittes jederzeit durch Multiplikation mit dem Sexualindex in den „Weibchenwert“ umwandeln.

Ist beispielsweise zu irgend einem Zeitpunkt bei einer Art ein Querschnittsbild festgestellt worden, das sich zusammensetzt aus:

$P = p_i + p_e + p_l + p_p$, worin P die Dichte der Gesamtpopulation p_i, p_e, p_l, p_p hingegen die entsprechenden Anteile an Individuen im Imaginalstadium, Ei-, Larven- und Puppenstadium vorstellen mögen, und ist ferner bekannt, daß für das Eistadium der Widerstand bis zur Erreichung des Imaginalstadiums (in % ausgedrückt) w_e beträgt, jener für Larven und Puppe entsprechend w_l und w_p, so wäre der „Imaginalwert“ ($P_{♂♀}$) des obigen Populationquerschnittes dargestellt durch den Ausdruck:[1])

$$(1) \qquad P_{(♂♀)} = p_i + p_e \cdot \left(1 - \frac{w_e}{100}\right) + p_l \left(1 - \frac{w_l}{100}\right) + p_p \left(1 - \frac{w_p}{100}\right).$$

Für den „Weibchenwert“ ($P_{♀}$) des Querschnittes erhält man nach dem Gesagten:

$$(2) \qquad P_{(♀)} = P_{(♂♀)} \cdot \frac{f}{m+f},$$

worin $\frac{f}{m+f}$ der Sexualindex ist (bei einem Geschlechterverhältnis $♂♂ \cdot ♀♀ = m : f$).

Will man die Betrachtung auf eine ganze Generation beziehen und den Endwert der Dichte der Gesamtpopulation bezw. das künftige Querschnittsbild nach Ablauf einer

---

[1]) Für Zwecke der praktischen Schädlingsbekämpfung wäre — worauf in diesem Zusammenhang beiläufig hingewiesen sei — weniger die Kenntnis des Imaginalwertes eines Querschnittes als jene des Wertes der schädlichen Entwicklungsstufe von Bedeutung, den man kurz als „Schadindividuenwert“ oder „Schadwert“ des Querschnittes bezeichnen kann. Hierunter ist die Größe zu verstehen, die angibt, wieviel Individuen der verschiedenen in einem Querschnitt auftretenden Stadien Aussicht haben die schädliche Entwicklungsstufe zu erreichen. In manchen Fällen wird der „Schadindividuenwert“ mit dem „Imaginalwert“ zusammenfallen: so bei allen Arten deren Imago selbst die schädliche Entwicklungsstufe ist.

Generation allgemein darstellen, so ist von der Erwägung auszugehen, daß p_i Imaginalindividuen nach Ablauf einer Generation bei einer Durchschnittseizahl e, einem Sexualindex $\frac{f}{m+f}$ und einem Widerstand w_i zu $p_i \cdot \frac{e.f}{m+f} \cdot \left(1 - \frac{w_i}{100}\right)$ Imaginalindividuen angewachsen sind; p_e Eiindividuen nach Ablauf einer Generation zu $p_e \cdot \frac{e.f}{m+f} \cdot \left(1 - \frac{w_e}{100}\right)$ Eiindividuen. Entsprechendes gilt für Larven und Puppenanteil des Querschnittes. Die Enddichte P_x der Gesamtpopulation ist dann dargestelit durch den Ausdruck:

$$(3) \quad P_x = \frac{e.f}{m+f} \left[p_i \left(1 - \frac{w_i}{100}\right) + p_e \cdot \left(1 - \frac{w_e}{100}\right) + p_l \cdot \left(1 - \frac{w_l}{100}\right) + p_p \cdot \left(1 - \frac{w_p}{100}\right)\right]$$

Die rechte Seite dieses Ausdruckes würde gleichzeitig das neue Querschnittsbild nach Ablauf einer Generation darstellen.

Die Fälle überschneidender Generationen auf welche Formel (2) Anwendung finden kann, sind noch verhältnismäßig einfacher Art: Die Lebensdauer der Imago ist hierbei beschränkt und stets geringer als die Zeitspanne, welche die Nachkommenschaft zum Durchlaufen ihrer vollständigen Entwicklung vom Ei- bis zum Imago benötigt. In der Natur finden sich derartige Verhältnisse beispielsweise bei zahlreichen Kleinschmetterlingen, wie etwa *Ephestia kühniella* Z., *Pectinophora gossypiella* Saumd., *Earias insulana* Boisd. und anderen realisiert.

Sehr viel verwickelter gestaltet sich hingegen die allgemeine, d. h. formelmäßige Darstellung, der Verhältnisse für Arten mit überschneidenden Generationen, deren Imago eine relativ lange Lebensdauer besitzen, und deren Gesamteiablageperiode eine Zeitspanne umfaßt, in der ein Teil der Nachkommenschaft selbst wieder fortpflanzungsfähig wird und das Fortpflanzungsgeschäft gleichzeitig neben der Elterngeneration ausübt. So liegen die Dinge bei *Glossina*, auf die Martini als Beispiel verweist, bei *Culex* und *Anopheles*-Arten, bei *Hylobius abietis* L. und zahlreichen anderen. Bei Betrachtung derartiger Fälle begegnet die Auffassung vermittels des „Ei- und Weibchenwertes“ genau denselben Schwierigkeiten, wie jene mit dem „Entwicklungspotential und Widerstand“.

Will man sich nicht damit begnügen, den jeweiligen „Imaginalwert“ der Querschnittsbilder von Populationen solcher Arten zu bestimmen, so ist für eine allgemeine Behandlung dieser Verhältnisse einer Betrachtungsweise der Vorzug zu geben, wie sie bei der Infinitesimalrechnung Anwendung findet. Elementar-mathematische Methoden würden zu umständlichen Formulierungen führen, die für praktische Zwecke nicht mehr in Frage kommen. Hierin muß Martini beigepflichtet werden. Auch bei Untersuchung des Ablaufes zahlreicher Generationen ist ihre Anwendung unter Umständen angebracht.

Alles in Allem besteht zwischen der „monistischen“ und der „dualistischen“ Richtung, wenn letztere mit einer zweckmäßigen Definition des Entwicklungspotential-Begriffes arbeitet, nur ein formaler, durch verschiedene Bezeichnungsweise bedingter Unterschied. Jede Rechenoperation, die mit der einen Methode möglich

ist, muß es auch mit der anderen sein. Dies findet in dem Umstand seine Erklärung, daß die eine Auffassung mit der „Überlebenswahrscheinlichkeit“ (u) arbeitet, die andere hingegen mit der „Sterbewahrscheinlichkeit“ (w), und diese beiden Größen durch die einfache Beziehung $u = 100 - w$ zusammenhängen (in % geschrieben). —

Eine Frage für sich ist die, welche der beiden Auffassungen einfachere Formulierungen für praktische Rechenzwecke liefert. Hier erscheint zunächst der von Martini beschrittene Weg der geeignetere. Die größere Einfachheit seiner Formulierungen ist indes im Grunde nur dadurch bedingt, daß mehrere getrennte Rechenoperationen an Stelle einer einzigen umfangreicheren Formel gesetzt werden. So ist, wenn mit der Überlebenswahrscheinlichkeit gearbeitet wird, natürlich die Schreibweise $\frac{u}{100}$ einfacher als $(1 - \frac{w}{100})$, welch letztere bei Benutzung des Widerstandes, also der Sterbewahrscheinlichkeit, auftritt.[1]) Wird ferner an Stelle der Prozent-Werte mit Dezimalbrüchen gerechnet, so kann statt $\frac{u}{100}$ der Buchstabe u geschrieben werden, und das Formelbild ist dann noch weiter vereinfacht.

Es frägt sich aber, ob hierdurch die Brauchbarkeit der Formeln für praktische Rechenzwecke verbessert wird, für die sie in erster Linie gedacht sind. In der einschlägigen entomologischen Literatur werden die Wirkungen dezimierender Faktoren, wie beispielsweise die durch klimatische Einflüsse bedingte Sterblichkeit, und jene durch Parasiten, Krankheiten usw. verursachte, bislang stets in Prozent des jeweils vernichteten Individuenanteiles angegeben. Dies sind unmittelbar die Werte der Partialwiderstände. Will man sie einer Formel einfügen, die auf der „Überlebenswahrscheinlichkeit“ aufbaut, so ist zunächst für jeden einzelnen Partialwiderstand eine besondere, wenn auch einfache Umrechnung notwendig. Bei Benutzung von Formeln hingegen, die auf dem Widerstand, also auf der Sterbewahrscheinlichkeit, aufgebaut sind, können sie direkt eingesetzt werden, und die Operation der Umrechnung wird erst bei Auswertung der ganzen Formel vorgenommen. Ähnliches gilt vom Arbeiten mit Dezimalbrüchen an Stelle von Prozent-Werten: So lange es in der praktischen Entomologie üblich ist, die Wirkung dezimierender Einflüsse wie die „Aussicht auf Lotteriegewinne“ in Prozent-Werten statt in Dezimalbrüchen zu schreiben, dürfte sich der Einheitlichkeit wegen auch die Beibehaltung der Prozent-Schreibweise in den Formeln empfehlen, wenn auch die Formelbilder dadurch etwas umständlicher erscheinen.[2]) —

[1]) Vgl. Zwölfer (6) S. 448, wo auf diese Möglichkeit bereits hingewiesen worden ist.

[2]) Erwägungen dieser Art waren es, die seinerzeit zur Beibehaltung der Schreibweise mit Prozent-Werten statt mit den einfacheren Dezimalbrüchen, und mit dem „Widerstand“ statt der „Überlebenswahrscheinlichkeit“ Anlaß gaben.

Für solche Größen hingegen, die als artspezifische Konstanten aufgefaßt werden können, ist das Anstreben einer Vereinfachung der Schreibweise zweifellos angebracht. Etwas derartiges bedeutet die Einbeziehung des „Sexualindex" in den Begriff Entwicklungspotential, wie er in Martinis Definition mittelbar zum Ausdruck kommt.[1]) Wird in derselben von der Berücksichtigung des Jahres abgesehen, so läßt sich das Entwicklungspotential (ε) definieren als das Produkt aus Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen (e) eines Weibchens in einer Generation mit dem Sexualindex $\left(\frac{f}{m+f}\right)$ der Art. Formelmäßig geschrieben ist es dargestellt durch den Ausdruck:

$$\varepsilon = e \cdot \frac{f}{m+f} \tag{4}$$

Konkret ausgedrückt gibt ein derartig definiertes Entwicklungspotential den Wert der Beteiligung jedes einzelnen Imaginalindividuums am Fortpflanzungsgeschäft der Art wieder, gleichviel ob es sich um geschlechtliche oder ungeschlechtliche Zeugung handelt. Im letzteren Fall ist der Sexualindex gleich 1 und das Entwicklungspotential wird identisch mit der Zahl gezeugter Nachkommen. Das so formulierte Entwicklungspotential läßt sich auch definieren als der „Fortpflanzungswert" eines Imaginalindividuums (in einer Generation), gleichgültig ob es sich dabei um ♂ oder ♀ handelt. Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß diese Definition den wirklichen Verhältnissen insofern gut entspricht, als in ihr auch die Beteiligung der ♂♂ am Fortpflanzungsgeschäft der Art unmittelbar zum Ausdruck kommt.

Chapmans (7—9) „Biotisches Potential" nähert sich dieser Auffassung des Entwicklungspotentiales insofern, als er darin „the potential rate of production" erblickt. In dieser ist zwangsläufig das Produkt aus Durchschnittseizahl und Sexualindex enthalten. Aus der Art, wie Chapman (9) seine Formel anwendet, ist ferner zu entnehmen, daß sein „Biotisches Potential" noch einen weiteren Faktor enthält, und zwar die Ausgangsdichte einer gegebenen Bevölkerung. Diese willkürlich festlegbare Größe in den Begriff des Entwicklungspotentiales einzubeziehen erscheint nicht zweckmäßig.

Man kann — wie das an anderem Orte gezeigt worden ist[2]) — noch einen Schritt weiter gehen, um das Arbeiten mit dem „Entwicklungspotential" zu vereinfachen. Zahlenmäßig ausgedrückt erscheint es in obiger Definition zunächst als ein Wert der bei ein und derselben Art je nach den äußeren Verhältnissen Schwankungen unterliegt. Sie können sowohl durch Änderung der Durchschnittseizahl, wie des Sexualindex, oder durch eine Änderung dieser beiden Werte zusammen bedingt sein. So betrachtet, wäre das Entwicklungspotential ähnlich wie der „Eiwert" eines Weibchens (Martini) nur eine relative Größe. Demgegenüber ist

[1]) Martini erwähnt dies zwar nicht ausdrücklich, es geht aber mittelbar aus seiner Definition S. 443 hervor, wo dem Entwicklungspotential-Begriff „die Zahl der weiblichen Nachkommen" zugrunde gelegt wird.

[2]) Zwölfer (6) S. 481, 482.

für Berechnungen die Benutzung einer Konstanten wesentlich praktischer. Wird nun von der Voraussetzung ausgegangen, daß alle Änderungen der Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen und des Sexualindex letzten Endes auf äußere Einwirkungen zurückzuführen sind, so können diese Änderungen auf Rechnung von Partialwiderständen gesetzt werden. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint das Entwicklungspotential als eine absolute von äußeren Verhältnissen unabhängige Größe, die im Optimum aller maßgebenden Bedingungen in Erscheinung tritt. Entsprechend dem relativen Entwicklungspotential ist dann das absolute Entwicklungspotential zu definieren, als das Produkt aus der absoluten Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen eines Weibchens (in einer Generation) mit dem absoluten Sexualindex. So genommen, ist es eine artspezifische Konstante.[1]) Wie diese Werte im einzelnen praktisch bestimmt werden können, ist eine Frage für sich, die hier nicht erörtert werden soll. Andeutungsweise ist dies bei früherer Gelegenheit bereits geschehen [Zwölfer (6)]. Doch muß ausdrücklich zugegeben werden, daß die Methodik ihrer Ermittlung noch sehr ausbaubedürftig ist.

In obigem Zusammenhang war von der „absoluten" Durchschnittzahl gezeugter Nachkommen die Rede, worunter der im Optimum aller maßgebenden Bedingungen auftretende Durchschnittswert zu verstehen ist. Die Frage, ob an Stelle des Durchschnittes nicht zweckmäßiger die unter solchen Verhältnissen auftretende Maximalzahl gewählt werden sollte, hat bereits Martini (1) (S. 447) erörtert. Unter Hinweis auf die Ausnahmestellung, die im Wesen der Maximalzahl liegt, weist er mit vollem Recht auf den inneren Widerspruch eines Potentialbegriffes hin, der mit Maximalzahlen arbeitet. Trotzdem glaubt er, daß das Entwicklungspotential nicht ohne Maximalzahlen auskommen kann. Seiner skeptischen Einstellung gegenüber der Möglichkeit einer Erfassung der „absoluten Durchschnittsnachkommenzahl" — er spricht in diesem Zusammenhang von ihr als von einer „völlig ungreifbaren Größe" — kann ich mich jedoch im Hinblick auf frühere Untersuchungen [Zwölfer (6)] nicht ganz anschließen. Die Methodik ihrer Bestimmung läßt gewiß noch viel zu wünschen übrig und wird bei zahlreicheren anderen Arten auf erheblich größere Schwierigkeiten stoßen, in Einzelfällen auch vielleicht undurch-

[1]) Gegen das Entwicklungspotential als „artspezifische Konstante" läßt sich ein grundsätzlicher Einwand erheben: Da die Art selbst auf die Dauer nicht konstant ist, wird die Vorstellung einer „artspezifischen Konstanten" widersinnig. Der Einwand ist berechtigt. Indessen muß berücksichtigt werden, daß die Anzahl von Generationen, welche als Grundlage bevölkerungstheoretischer Betrachtungen dienen, relativ beschränkt ist, und daß innerhalb dieser Zeitspanne die Art ohne allzu großem Fehler als unveränderlich angesehen werden kann. Auch die Systematik, die derselben Schwierigkeit gegenübersteht, fußt auf dieser Annahme.

führbar sein — im Gegensatz zu Martini aber glaube ich, daß der Weg im Prinzip gangbar ist.

Nicht anwendbar scheint der Begriff des absoluten Entwicklungspotentiales als einer artspezifischen Konstanten zunächst in solchen Fällen, wo ein periodischer Wechsel von Geschlechtverhältnis und Eizahl im Laufe der Generationen gesetzmäßig eintritt — wie beispielsweise bei den Sommer- und Wintergenerationen gewisser Cladoceren, oder bei jenen der Blattläuse. Für diese Arten wird man die wirklichen Verhältnisse praktisch am ehesten zur Darstellung bringen können durch Annahme zweier artspezifischer Konstanten, von denen die eine für die Sommer-, die andere für die Wintergenerationen in Frage kommt. Ähnliche Überlegungen gelten — wie hier nur angedeutet werden soll — bei Formen, in deren Entwicklungsgang die Vermehrung auf dem Wege geschlechtlicher Fortpflanzung durch Polyembryonie eine weitere Steigerung erfährt. Bei staatenbildenden Insekten mit Differenzierung in Geschlechtstiere und Arbeiter ist aus rechnerischen Gründen nur die Zahl der gezeugten Geschlechtstiere der Bestimmung des Entwicklungspotentiales zugrunde zu legen. — Mit Vorstehendem sind die Fälle, in denen einer allgemeinen Anwendung des Entwicklungspotentiales Schwierigkeiten erwachsen, keineswegs erschöpft. Es kam jedoch in diesem Zusammenhang nur darauf an, anzudeuten, wie auch solche vermittelst der hier vertretenen Auffassung behandelt werden können.

Unter Zugrundelegung des erläuterten absoluten Entwicklungspotentiales $\varepsilon = e \cdot \frac{f}{m+f}$ als einer artspezifischen Konstanten lassen sich die an anderem Orte[1]) mitgeteilten Formeln zur Bestimmung von „Gleichgewichtswiderstand", „Gesamtwiderstand" und „Populationsdichte" nach Ablauf eine Generation für praktische Rechenzwecke erheblich vereinfachen. Man erhält auf diese Weise für den „Gleichgewichtswiderstand W_o" (in %):[2])

$$W_o = 100 \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right), \tag{5}$$

für den „Gesamtwiderstand W_x", der auf eine Generation einwirkte (in %):

$$W_x = 100 \left(1 - \frac{P_2}{P_1 \cdot \varepsilon}\right), \tag{6}$$

wobei P_2 die Enddichte, P_1 hingegen die Ausgangsdichte der Generation ist. Wird an Stelle des Bruches $\frac{P_2}{P_1}$ in Gleichung (4) der Vermehrungsquotient $q = \frac{P_2}{P_1}$ eingeführt (was jedoch nur eine Vereinfachung der Schreibweise, nicht auch der Rechenoperation bedeutet), so geht sie über in:

$$W_x = 100 \left(1 - \frac{q}{\varepsilon}\right), \tag{7}$$

für die Endbevölkerungsdichte P_x ausgedrückt in Ausgangsdichte P_1, Entwicklungspotential ε und den Partialwiderständen w_1, w_2, w_3, ... w_n, folgt:

$$P_x = P_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{w_1}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{w_2}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{w_3}{100}\right) \cdot \ldots \cdot \left(1 - \frac{w_n}{100}\right). \tag{8}$$

[1]) Zwölfer (6) St. 483 ff.

[2]) Da die Umformung der früher mitgeteilten Formeln in die hier wiedergegebenen auf Rechenoperationen einfachster Art beruht, ist auf ihre Darstellung verzichtet worden.

Wird vorgezogen statt mit Prozent-Werten mit Dezimalbrüchen zu arbeiten, so ist lediglich erforderlich Gleichung (5) — (7) durch 100 zu dividieren, d. h. den Faktor 100 auf der rechten Seite der Formeln ausfallen zu lassen. In Gleichung (8) sind die $\frac{w_1}{100}$, $\frac{w_2}{100}$ usw. entsprechend durch w_1, w_2, w_3, ... w_n zu ersetzen. —

* * *

Will man den Gesamtwiderstand W als Funktion der Partialwiderstände (w_1, w_2, w_3, ... w_n) darstellen, so gelten hierfür (in $^0/_0$ geschrieben) die einfachen Beziehungen:

$$(9) \qquad \left(1-\frac{W}{100}\right)=\left(1-\frac{w_1}{100}\right).\left(1-\frac{w_2}{100}\right).\left(1-\frac{w_3}{100}\right).....\left(1-\frac{w_n}{100}\right)$$

$$\text{bezw. } (10)\; W=100\left[1-\left(1-\frac{w_1}{100}\right).\left(1-\frac{w_2}{100}\right).\left(1-\frac{w_3}{100}\right).....\left(1-\frac{w_n}{100}\right)\right].$$

Martini (1) behandelt St. 449 seiner Arbeit ausführlich diesen Gegenstand, wobei ihm allerdings ein Versehen unterlaufen ist. Er zitiert dort unter Berufung auf meine Arbeit [Zwölfer (5)] für den Gesamtwiderstand, ausgedrückt in Partialwiderständen, eine Formel, die nichts mit ihm zu tun hat. An sich ist dies Versehen von untergeordneter Bedeutung. Nun führt aber Martini auf St. 450 die Begriffe der „totalen" und „partiellen Einschränkungsexponenten" ein und erläutert eine Reihe von Vorzügen, die das Operieren mit diesen besitzt. So läßt sich der totale Einschränkungsexponent als Summe der partiellen Einschränkungsexponenten bestimmen, also mit Hilfe eines Additionsverfahrens. Wenn nun Martini anschließend bemerkt, „hier haben wir schon einen wesentlichen Vorteil gegenüber der schwierigen Formel, wenn mit partiellen Widerständen gearbeitet wird", so ist dies nicht ganz zutreffend und nur aus der oben mitgeteilten Verwechslung der Formeln zu erklären: Selbstverständlich würde ein Ausdruck wie das Produkt der obigen Gleichung (9) und (10) im praktischen Einzelfall auf logarithmischem Wege berechnet werden, also ebenfalls mit Hilfe eines Additionsverfahrens. Man geht dabei nur noch einen Schritt weiter, indem man zum „Gesamteinschränkungslogarithmus", der in ihr als Summe der „partiellen Einschränkungslogarithmen" auftritt, den Numerus aufschlägt, welcher die totale Überlebenswahrscheinlichkeit vorstellt (Formel 9). Von 100 subtrahiert (Formel 10) gibt er den Gesamtwiderstand. Diese Mehrarbeit macht nur geringe Mühe und liefert dafür ein Endresultat, das konkret vorstellbar ist, was vom totalen Einschränkungsexponenten nicht ohne weiteres gesagt werden kann.

Die Beseitigung gewisser Unbequemlichkeiten bei graphischer Darstellung von Gradationskurven — ein Vorzug des Arbeitens mit dem Einschränkungsexponenten gegenüber der Anwendung absoluter Zahlen — gilt ebenso für das Operieren mit dem Widerstand oder der Überlebenswahrscheinlichkeit; auch hier kommt man keineswegs zu übermäßig großen, schwer darstellbaren Werten, da diese Zahlen die Größe 100 bezw. 1 nicht überschreiten (letzteres wenn mit Dezimalbrüchen gearbeitet wird).

Wenn ferner als weiterer Vorzug des Einschränkungsexponenten angegeben ist (S. 453), „nebenbei scheint dies zu ergeben, daß die prozentual stärkste Zunahme des Schädlings in den Vorbereitungsjahren liegt . . .", so läßt sich derselbe Schluß bei vergleichender Betrachtung der Totalwiderstände für die verschiedenen Jahre bezw. Generationen einer Massenvermehrung unmittelbar ziehen. Dies ist an anderem Orte an einem praktischen Beispiel erläutert worden (Zwölfer 6, S. 486). Das Arbeiten mit dem Totalwiderstand gibt sogar die Möglichkeit, diese prozentuale Zunahme in den einzelnen Generationen zahlenmäßig festzulegen. Also auch hierfür ist der Gebrauch des Einschränkungsexponenten der anderen Methode nicht unbedingt vorzuziehen.

Übrigens dürfte es im praktischen Einzelfall zweckmäßiger sein, den Totalwiderstand nicht mit Hilfe der Partialwiderstände zu ermitteln (was in den wenigsten Fällen zuverlässige Werte gibt), sondern ihn nach obiger einfacher Formel $W_x = 100 \left(1 - \frac{P_2}{P_1 \cdot \varepsilon}\right)$ aus Ausgangsdichte, Enddichte der Generation und Entwicklungspotential der Art zu bestimmen. Für die Praxis reicht — worin Martini beigepflichtet werden muß — in vielen Fällen die Kenntnis des Vermehrungsquotienten $q = \frac{P_2}{P_1}$ aus: was demgegenüber die Bedeutung des Totalwiderstandes anbetrifft, so gibt er — worauf oben bereits hingewiesen wurde — unmittelbar Aufschluß über die prozentuale Dichteänderung in den einzelnen Generationen. Unentbehrlich wird er als Vergleichsgröße zur Beurteilung der Bedeutung einzelner Partialwiderstände für die Gesamtverminderung während einer Generation. Für diese Zwecke ist der Vermehrungsquotient gänzlich ungeeignet.

Wünscht man beispielsweise zu erfahren, welchen Anteil ein Partialwiderstand von 30 % an der Gesamtverminderung einer Generation besessen hat, deren Totalwiderstand mit 94 % ermittelt wurde, so läßt sich auf Grund einfachster Überlegungen, die auf der Populationsgleichung fußen, der Ansatz aufstellen:[1])

$$\left(1 - \frac{94 - x}{100}\right)\left(1 - \frac{30}{100}\right) = \left(1 - \frac{94}{100}\right),$$

worin x den gesuchten Anteil des Partialwiderstandes am Gesamtwiderstand vorstellt. Im vorliegenden Sonderfall errechnet sich hieraus für den Partialwiderstand von 30 % ein Anteil am Totalwiderstand der nur 2,57 % beträgt während die Gesamtheit der übrigen Partialwiderstände in dieser Generation einen Anteil von 91,43 % am Totalwiderstand hatte.

Diese Betrachtungsweise gewinnt für kausalanalytische Untersuchungen in allen jenen Fällen Bedeutung, wo nur Ausgangs-

[1]) Man kann diese Überlegungen — wie das Martini (1) getan hat — in den Satz zusammenfassen: „Das Produkt der partiellen Überlebenswahrscheinlichkeiten ist gleich der totalen Überlebenswahrscheinlichkeit."

und Enddichte der Generation sowie einzelne Widerstandskomponenten quantitativ ermittelt werden konnten. Es ist alsdann ein leichtes sich über den wirklichen Anteil der letzteren am Gesamtwiderstand zu überzeugen, auch wenn nicht alle während der Generation wirkenden Partialwiderstände erfaßt worden sind. Verfährt man hiernach, so wird eine Überschätzung der Bedeutung einzelner Partialwiderstände für das Schicksal der betreffenden Generation vermieden.

Für die allgemeine Bestimmung des Anteiles eines bekannten Partialwiderstandes am Totalwiderstand einer Generation läßt sich in ähnlicher Weise, wie das oben an einem Zahlenbeispiel angedeutet wurde, eine Formel ableiten, deren Benutzung die Ermittlung dieses Wertes erheblich vereinfacht. Sie lautet:

$$x = \frac{w\left(1 - \frac{W}{100}\right)}{\left(1 - \frac{w}{100}\right)} \tag{11}$$

Hierin ist x der gesuchte Anteil eines bekannten Partialwiderstandes w% am Totalwiderstand W%, der während einer Generation wirkte.

* * *

Im Anschluß an die Besprechung der Pierceschen „Aktivitäts-Thermohygrogramme" erwähnt Martini (1), daß anläßlich der Untersuchungen über *Eurygaster integriceps* Put.[1]) versucht wurde „die Cooksche epidemiologische Einteilung des Verbreitungsgebietes einer Art in indifferentes Verbreitungsgebiet, Massenwechselgebiet und Dauerschadgebiet mit den Pierceschen Klimogrammen in Zusammenhang zu bringen." Er gibt dabei an, daß „bei der klimatologischen Interpretation dieser Cookschen Einteilung wieder nur Wärme und Luftfeuchtigkeit berücksichtigt" worden sei. Das ist nicht richtig.

Die Pierceschen Aktivitäts-Thermohygrogramme sind bekanntlich auf den beiden Variablen Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit als Koordinatenachsen aufgebaut und enthalten die Grenzlinien (Zonen) gleicher Aktivität einer Art als „in sich geschlossene Kurven". In den von Pierce (11) betrachteten Fällen wird die Aktivität durch die Entwicklungsdauer gemessen. Ein Gegenstück zu diesen Thermohygrogrammen bilden die „Mortalitäts-Thermohygrogramme" (kurzweg auch Mortalitäts-Diagramme genannt) wie sie Bodenheimer (3) und Shelford (12) zur Darstellung experimenteller Untersuchungsergebnisse über die Sterblichkeit unter bestimmten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen eingeführt haben. Sowohl die Aktivitäts- wie auch die Mortalitäts-Thermohygrogramme veranschaulichen somit das experimentell ermittelte physiologische Ver-

[1]) Zwölfer (10).

halten der Versuchstiere. Sie sind im Prinzip dreidimensionale graphische Darstellungen, bei denen als 3. Achse die „Aktivität" bezw. die „Mortalität" gedacht ist. Die in sich geschlossenen Kurven derartiger Thermohygrogramme sind nichts anderes als die Horizontalprojektionen der Schnittlinien von Ebenen (parallel zu der Temperatur und Luftfeuchtigkeitsachse) mit dem bei räumlicher Darstellung der Verhältnisse entstehenden körperlichen Gebilde.[1])

Demgegenüber sind die bei den Untersuchungen über *Eurygaster integriceps* Put. benutzten graphischen Methoden ausgesprochen zweidimensionale Darstellungen und Klimogramme im eigentlichen Sinne. Sie sind von J. Ball (14a) und G. Taylor (14b, c) zur Veranschaulichung klimatischer Verhältnisse eingeführt worden.[2]) Bei ihnen werden Temperatur und Niederschlagsmenge als Koordinatenachsen herangezogen. Die in sich geschlossene Kurve, die ein derartiges Klimogramm enthält, ist ein unregelmäßiges 12-Eck, dessen einzelne Eckpunkte die Mittelwerte der Temperaturen und die Niederschlagsummen aufeinanderfolgender Monate eines Jahres repräsentieren. Diese Klimogramme geben somit eine bildliche Darstellung von Zahlentabellen der 12 Temperaturmonatsmittel und Niederschlagsmengen einer Gegend. Werden im einzelnen Fall Mittelwerte langjähriger Beobachtungen benutzt, so veranschaulicht das Klimogramm den Klimatyp des Beobachtungsgebietes, soweit er durch Temperatur und Niederschlag bedingt ist, in sehr charakteristischer Weise. Bei Zugrundelegung einjähriger Beobachtungen erhält man natürlich nur eine Darstellung des Witterungscharakters des betreffenden Jahrganges. Es versteht sich von selbst, daß all dies auch in einfachen Zahlentabellen zum Ausdruck kommt. Doch ist das Klimogramm demgegenüber wesentlich übersichtlicher. — Aus diesen kurzen Andeutungen geht zur Genüge hervor, daß die Ball-Taylorschen Klimogramme mit den Pierceschen Aktivitäts-Thermohygrogrammen wenig gemein haben. An sich ist diese Verwechslung, die Martini im Hinblick auf die *Eurygaster*-Untersuchung unterlaufen ist, von untergeordneter Bedeutung. Ihre Richtigstellung war aber zugleich als Erläuterung zu den folgenden Ausführungen notwendig.

Im Zusammenhang seiner Betrachtungen wirft Martini (S. 455) die sehr berechtigte Frage auf, ob die für *Eurygaster integriceps* Put. erfolgreiche klimatologische Interpretation des Cookschen Einteilungsprinzipes sich auch in anderen Fällen durchführbar erweisen wird. Bei der Bedeutung, die diesen Dingen für die Methode derartiger Untersuchungen zukommt, ist die Erörterung der Frage angebracht.

Zunächst sei vorausgeschickt, daß beim Studium des *Eurygaster*-problems nicht nur das Cooksche Einteilungsprinzip des Verbreitungs-

---

[1]) Vgl. auch Shelford (13).

[2]) J. Ball nennt sie „climatological diagrams"; G. Taylor spricht von „climographs" und „hythergraphs".

gebietes einer Art Anwendung gefunden hat, sondern auch Überlegungen, die sich als Folgerungen aus Thienemanns (15) „Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren" ergeben.[1])

Was zunächst die Staffelung des Verbreitungsgebietes einer Art im Sinne Cooks anlangt, so lassen sich — unter Benutzung von Martinis (1) Einteilung der Umweltfaktoren nach ihren Ursachen — die Bedingungen für die drei Stufen folgendermaßen charakterisieren:

1. Das Massendauergebiet[2]) einer Art ist durch die dauernde oder in der Mehrzahl von Generationen überwiegende Kombination optimaler Bedingungen sowohl der klimatischen,[3]) wie auch der chtonischen und der biozönotischen Faktorengruppe ausgezeichnet, deren Wirken nur relativ geringen Schwankungen unterliegt.

2. Im Massenwechselgebiet können zwei dieser Faktorengruppen dauernd oder überwiegend dem Optimum der Bedürfnisse der Art entsprechen, die dritte Gruppe hingegen nur vorübergehend während einiger aufeinanderfolgender Generationen. So können die chtonischen und biozönotischen Bedingungen hier dauernd optimal liegen, die klimatischen aber nur vorübergehend. Auch kann die chtonische und klimatische Faktorengruppe einer Gegend überwiegend dem Optimum der Bedürfnisse der Art entsprechen, während die biozönetische dies nur vorübergehend tut. Endlich ist auch noch die dritte Kombination denkbar, daß die klimatische und biozönotische Faktorengruppe überwiegend im Optimum liegt, die chtonische hingegen nur vorübergehend.[4])

---

[1]) Die Arbeit „Der Nahrungskreislauf im Wasser", auf die mich Herr Professor Dr. Thienemann liebenswürdigerweise brieflich aufmerksam machte, hatte ich seinerzeit bei Untersuchung der *Eurygaster*frage und auch bei den experimentellen Studien über die Kieferneule leider übersehen. Dementsprechend ist das „Wirkungsgesetz" dort nicht ausdrücklich zitiert. Doch überzeugte mich das nachträgliche Studium dieser tiefgründigen Darstellung, daß in beiden Fällen von meiner Seite damals mit Überlegungen gearbeitet wurde, die ganz im Sinne des Wirkungsgesetzes liegen.

[2]) Um dem Einwand zu begegnen, daß an das Cooksche Einteilungsprinzip notwendig anthropozentrische Vorstellungen geknüpft sein müssen und es daher für eine allgemeine Bevölkerungslehre der Insekten nur bedingt verwendbar ist, sind im Obigen die früher benutzten Ausdrücke „Dauerschadgebiet" in „Massendauergebiet", und „indifferentes Verbreitungsgebiet" der Art in „ständig schwach besiedeltes Verbreitungsgebiet" abgeändert. Sie bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

[3]) Unter „Klima" ist dabei ausschließlich an das Großklima einer Gegend gedacht. Die Wirkung dieser Faktorengruppe auf das Gedeihen einer Art ist in diesem Zusammenhang als eine unmittelbare und mittelbare aufzufassen. Letzteres auf dem Wege über das Kleinklima (Standort, Habitat), dessen Schwankungen im wesentlichen von solchen des Großklimas abhängen — vorausgesetzt, daß keine künstlichen Eingriffe in das Biotop erfolgen. Die indirekte Wirkung des Großklimas auf eine Art durch Beeinflussung der biozönotischen Faktorengruppe braucht hier nicht in Betracht gezogen zu werden, da sie bereits im Begriff „Optimum der biozönotischen Bedingungen" (Ernährung) mit enthalten ist. Das nämliche gilt auch für die indirekte Wirkung des Großklimas auf dem Wege der Beeinflussung der chtonischen Faktorengruppe.

[4]) Im letzeren Fall ist unter chtonischen Faktoren besonders an jene zu denken, die auf Kulturmaßnahmen, wie Bodenbearbeitung, Bodenbewässerung, Drainage usw. beruhen.

3. Im ständig schwach besiedelten Verbreitungsgebiet der Art können 0—2 der genannten Faktorengruppen dauernd oder überwiegend im Optimum liegen. Doch kommt es hier nie zu einem Zusammentreffen der optimalen Bedingungen für alle drei Faktorengruppen zugleich — zum mindesten nicht über einen Zeitraum von mehr als einer Generation.

Hinsichtlich ihrer Wirkung sind von den drei genannten Faktorengruppen die klimatische und die chtonische als „allgemeine" oder „unabhängige" Partialwiderstände anzusprechen.[1]) Von der biozönotischen Faktorengruppe gilt dasselbe für den Ernährungsfaktor, während die Mehrzahl der übrigen Faktoren dieser Gruppe den „individuellen" oder „abhängigen" Partialwiderständen zuzuordnen sind. Was die Bedeutung der „unabhängigen" und „abhängigen" Partialwiderstände für die Bevölkerungsbewegungen einer Art anbetrifft, so ist bei früherer Gelegenheit zu zeigen versucht worden, daß die ersteren in dieser Hinsicht untereinander gleich bedeutsam sind, und daß ihnen gegenüber den „abhängigen" Partialwiderständen primäre Bedeutung zukommt. Wenn im obigen Zusammenhang von der „biozönotischen Faktorengruppe" gesprochen wurde, so ist hier in erster Linie an das Optimum der Ernährungsbedingungen gedacht, also ebenfalls an einen „unabhängigen" Partialwiderstand.

Daß bei der Staffelung des Verbreitungsgebietes einer Art nach obigen Gesichtspunkten mehr oder minder zusammenhängende Gebietsteile ins Auge gefaßt sind, sei ausdrücklich erwähnt. Die lokalen Unterschiede innerhalb des Massendauer-, des Massenwechsel- und des Gebietes ständig dünner Besiedelung, wie sie auf Grund örtlicher Besonderheiten der kleinklimatischen, chtonischen oder biozönotischen Bedingungen stets vorkommen, sind dabei absichtlich außer acht gelassen: es versteht sich von selbst, daß beispielsweise im Massendauergebiet der Getreidewanze die Baumwollfelder nicht von ihr besiedelt sind, auch wenn sie unmittelbar neben stark befallenen Weizenfeldern liegen.

An Hand dieses Versuches einer allgemeinen Interpretation der Cookschen Einteilung lassen sich wenigstens theoretisch jene Fälle leicht übersehen, in denen das Aufsuchen besonderer klimatischer Ursachen für das Zustandekommen einer Massenvermehrung erfolgversprechend ist, und jene, in denen dieses Bemühen von vornherein aussichtslos erscheint.

1. Im Massendauergebiet — sofern es in reinster Form vorliegt — wird das Auffinden der klimatischen Bedingungen, die dem Optimum entsprechen, keine Schwierigkeiten haben. Vielfach kann jedoch der Charakter eines solchen Gebietes durch die Begleitumstände des Massenauftretens einer Art verwischt sein — Umstände, die teils unmittelbar, teils mittelbar mit der Übervölkerung der Art zusammenhängen und in einer Änderung der Bedingungen der biozönotischen Faktorengruppe bestehen.

2. Im Massenwechselgebiet ist stets dort das Aufsuchen besonderer klimatischer Ursachen der Bevölkerungszunahme erfolgversprechend, wo die chtonische und die biozönotische Faktorengruppe überwiegend

[1]) Thompson (16), Zwölfer (5).

im Optimum der Art liegen, und nur durch das Hinzukommen optimaler Klimabedingungen die Massenvermehrung ausgelöst wird.

Aussichtslos hingegen ist dies Unternehmen in solchen Massenwechselgebieten, in denen von vornherein die klimatische und eine der beiden übrigen Faktorengruppen überwiegend dem Optimum der Art entsprechen, während dies für die dritte Faktorengruppe, also für die chtonische oder für die biozönotische nur vorübergehend während einiger aufeinanderfolgender Generationen gilt.

3. Zwecklos ist ferner im Gebiet ständig schwacher Besiedelung das Aufsuchen besonderer klimatischer Ursachen für gelegentliche geringe Dichtezunahmen einer Art, wenn in diesem die klimatischen Bedingungen von vornherein vorwiegend optimal sind und die gelegentlichen Dichteänderungen eine Folge vorübergehender Verschiebungen der chtonischen oder biozönotischen Faktorengruppe aus dem Pessimum oder Pejus gegen das Optimum zu ist.

Nach dem Gesagten wäre es verfehlt in solchen Fällen, wo örtlich keinerlei klimatische Besonderheiten als Ursachen von Bevölkerungszunahmen nachweisbar sind, dem Klima nur einen untergeordneten Einfluß auf das Gedeihen der betreffenden Art zuzusprechen oder einen solchen ganz in Abrede zu stellen. Richtiger ist es in solchen Gebieten, die klimatischen Bedingungen als überwiegend optimal für die betreffende Art zu bezeichnen, auch wenn sie dort nur vorübergehend oder überhaupt nicht in Massenvermehrung tritt.

Natürlich spielt in diesem Zusammenhang auch der „euryplastische" und „stenoplastische" Charakter[1]) der einzelnen Arten gegen Klimafaktoren eine gewisse Rolle. Die klimatische Abhängigkeit von Massenvermehrungen stenoplastischer Formen wird stets leichter zu erkennen sein, als jene euryplastischer Arten. Was beispielsweise *Eurygaster integriceps* Put. anbetrifft, so ist diese Wanze ihrem ganzen Verhalten nach der ersteren Gruppe zuzuzählen. Im übrigen liegen bei dieser Art auch die Verhältnisse bezüglich der chtonischen und biozönotischen Faktorengruppen relativ einfach: Das Optimum der ersteren war in der Hauptsache durch das Vorhandensein geeigneter Übersommerungs- und Überwinterungslager gegeben, das in diesem Fall an eine besondere topographische Gliederung des Geländes geknüpft ist. Das Optimum der biozönotischen Faktorengruppe bestand in einem Weizenbau großen Stils.

Es handelt sich hierbei — wenigstens für Kilikien — um spätreifende Weizensorten. Würde der gesamte kilikische Weizenbau auf gewisse sehr frühreifende Sorten umgestellt werden, so käme selbst unter optimalen Klimabedingungen eine Massenvermehrung der Wanze aller Voraussicht nach nicht zustande, da nunmehr die biozönotische Faktorengruppe des Gebietes nicht mehr dem Optimum der Bedürfnisse der Art entsprechen würde.[2]) Unter solchen Umständen würde Kilikien als „Massen-

[1]) Im Sinne Thienemanns (15).

[2]) Vgl. Zwölfer (10).

wechselgebiet" aus dem allgemeinen Verbreitungsgebiet der Art ausscheiden und in ein solches „ständig schwacher Besiedelung" übergehen.

Die Massenwechselgebiete von *Eurygaster integriceps* Put. wie sie seinerzeit geschildert wurden, waren Teile des allgemeinen Verbreitungsgebietes der Art, die durch das dauernde Optimum der chtonischen und biozönotischen Faktorengruppe gekennzeichnet sind, und bei welchen nur das vorübergehende Hinzukommen des Optimums klimatischer Bedingungen die Massenvermehrung auslöste. Insofern ließen sich die klimatischen Ursachen derselben verhältnismäßig leicht erkennen. Daß es innerhalb des Verbreitungsgebietes der Getreidewanze auch Gegenden gibt, in denen die klimatische und die chtonische Faktorengruppe überwiegend im Optimum der Bedürfnisse der Art liegt, wo hingegen durch das Fehlen eines Getreidebaues großen Stiles bislang von einem Schadauftreten, also von einer Massenvermehrung nichts bekannt geworden ist, sei zur Ergänzung der früheren Mitteilungen angeführt. Es handelt sich hierbei um gewisse Gebiete von Afghanistan. Endlich ist auch die dritte Kombinationsmöglichkeit der drei Faktorengruppen für Teile des allgemeinen Verbreitungsgebietes von *Eurygaster integriceps* Put. gegeben: jene überwiegend optimaler klimatischer und biozönotischer Bedingungen bei gleichzeitigem Pessimum der chtonischen. —

Die Fälle, in denen die klimatischen Verhältnisse eines Gebietes überwiegend dem Optimum der Bedürfnisse der Art entsprechen, ohne daß sich diese in Massenvermehrung befindet, dürften häufiger sein als man gemeinhin annimmt.

Das Auftreten von *Earias insulana* Boisd., des ägyptischen Baumwollkapselwurmes, in Kilikien gehört hierher — wie an anderem Orte des Näheren gezeigt werden soll. Für diese Art liegen klimatische und chtonische Faktoren in Kilikien überwiegend optimal, der Ernährungsfaktor hingegen alljährlich nur für einen Teil ihrer Generationen. — Ähnliche Verhältnisse scheinen für das Auftreten des Kaffeebeerenkäfers, *Stephanoderus hampei* Ferr. in Niederländisch-Indien zu gelten. Wie Friederich (17) gezeigt hat, tritt in gewissen Gegenden dieses Gebietes alljahrlich für den Käfer eine nahrungslose Periode ein, in welcher er mit Ausnahme weniger Überlebender ausstirbt.

Auch das Vorkommen zahlreicher Borkenkäfer, wie *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L. usw., in Mitteleuropa gehört hierher, wenn man von extremen Hochgebirgslagen absieht. Erfahrungsgemäß treten diese Arten als sogenannte „Nachkrankheiten" nach irgendwelchen primären Schädigungen der Wirtspflanze von größerem Ausmaß regelmäßig in Massenvermehrung. Die klimatischen und die chtonischen Faktorengruppen müssen demnach für sie in Mitteleuropa dauernd optimal liegen, während dies für die biozönotische nur vorübergehend gilt. Letztere wird durch den Ernährungsfaktor dargestellt. Für die in Betracht kommenden Borkenkäfer sind demnach die meisten Gegenden Mitteleuropas „Massenwechselgebiete" mit optimalen klimatischen und chtonischen Verhältnissen, und nur vorübergehend optimalen biozönotischen Bedingungen. Belanglos bleibt für diese Betrachtungsweise, durch welche Ursachen im einzelnen Fall das Optimum der biozönotischen Faktorengruppe geschaffen wurde. — Schimitscheks (18) eingehende Untersuchungen, bei denen sich in normaler Lage der Fangbäume stets eine auffallend geringe Sterblichkeit sowohl der Jugend- wie auch der erwachsenen Stadien von *Ips typographus* L. zeigte, belegen dies aufs beste.

Das von Escherich (19) zitierte Schadauftreten von *Nematus abietinus* Christ. bei Naunhof ist ein besonders interessanter Fall, der erkennen läßt, daß die klimatische Faktorengruppe dort für diese Art von vornherein überwiegend dem Optimum entsprach. Erst durch gewaltsame Änderung eines chtonischen Faktors (künstliche Senkung des Grundwasserhorizontes und damit dauernde primäre Schädigung des Fichtenbestandes) sind auch die chtonischen und die biozönotischen Verhältnisse dauernd in einer für die Art optimalen Weise umgestaltet worden. Das Gebiet wurde zum Massendauergebiet.

Wahrscheinlich wird ein eingehenderes Studium ergeben, daß die sogenannten Sekundärschädlinge in den meisten Gegenden ihres Auftretens normalerweise unter Bedingungen leben, die hinsichtlich des Großklimas optimal für die betreffenden Arten sind, und daß nur durch das Hinzukommen optimaler chtonischer oder biozönotischer Verhältnisse ihre Massenvermehrung ausgelöst wird. —

Auch die Anwendung der Ball-Taylorschen Klimogramme für die vorliegenden Zwecke ist begrenzt. Selbst bei Arten, deren Bevölkerungsbewegungen klimatische Ursachen haben und nicht durch einen Wechsel anderer „unabhängiger" Partialwiderstände bedingt sind, kann der Versuch ihrer schematischen Benutzung zu Mißerfolgen führen.

Dies hat unter anderem folgende Gründe[1]): Aus dem „Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren" — einer Erweiterung des Liebigschen Minimumgesetzes, dem Thienemann (15) seine allgemeinste Fassung gegeben hat — ist zu folgern, daß diejenige Entwicklungsstufe einer Art am bedeutungsvollsten für ihre klimatisch bedingten Bevölkerungsbewegungen wird, welche relativ die geringste ökologische Valenz gegenüber Klimafaktoren besitzt. Bei früherer Gelegenheit wurde diese Stufe als das „kritische Stadium" der Art gegenüber Klimafaktoren bezeichnet [Zwölfer (6)]. Die Zeit seines Auftretens — wie sie der Phänologie der betreffenden Art entnommen werden kann — ist sinngemäß die „kritische Zeit" einer Generation gegenüber Klimaeinflüssen.

So hat uns Bodenheimer (20) bei *Schistocerca gregaria* Forsk. das Eistadium als eine kritische Entwicklungsstufe kennen gelehrt. Bei *Panolis flammea* Schiff. wird diese durch das 1. Larvenstadium dargestellt. Für *Pyrausta nubilalis* Hb. ist bei früherer Gelegenheit darauf hingewiesen worden, daß die beiden Stufen Ei und 1. Larvenstadium vergleichsweise außerordentlich empfindlich sind und unter süddeutschen Verhältnissen der Monat Juli, genauer das 2. und 3. Julidrittel, als „kritische Zeit" für sie in Frage kommt [Zwölfer (21)]. Unter Zugrundelegung von Knoches (22) Untersuchungen dürfte bei *Liparis monacha* L. in gewissen Gegenden Norddeutschlands der Monat Juli als kritische Periode anzusprechen sein. Was im besonderen *Eurygaster integriceps* Put. angeht, so hatte ich seinerzeit auf Grund von Zuchtversuchen den Eindruck gewonnen, daß hier das 1. und 2. Larvenstadium die „kritische" Stufe repräsentieren, und ausgehend von dieser Annahme die weiteren Überlegungen durchgeführt.

Es versteht sich nach dem Gesagten von selbst, daß beim Versuch die Massenvermehrung einer Art mit Hilfe der Klimogramme zu interpretieren die „kritische Zeit" bekannt sein muß. Zu ihrer einwandfreien Ermittlung haben physiologisches Experiment und das Stadium der Phäno-

[1]) Auf Vollständigkeit wurde in diesem Zusammenhang verzichtet.

logie Hand in Hand zu arbeiten. — Natürlich kann unter Umständen auch ein rein mechanischer Vergleich der Witterungstabellen zahlreicher Jahrgänge schließlich zu demselben Endergebnis führen, doch bleibt der Erfolg hierbei mehr oder minder Zufallssache. Der erstere Weg ist demgegenüber planvoller.

Die Ball-Taylorschen Klimogramme gründen sich nun auf die Monatseinteilung des Jahres, und damit auf ein willkürlich festgelegtes Einteilungsprinzip, das an sich nichts mit den „kritischen Zeiten" zu tun hat. Fällt im speziellen Fall die kritische Zeit einer Art mit einem oder mehreren Monaten des Jahres zufällig mehr oder minder weit zusammen, so wird es verhältnismäßig leicht sein, aus dem Studium der Klimogramme die optimalen Bedingungen des Großklimas für das Gedeihen der betreffenden Art zu erkennen.

Dieser Fall lag bei *Eurygaster integriceps* Put. vor. So war es relativ einfach, hierfür die klimatische Bedingtheit der Kalamität für Kilikien zu ermitteln.

Völlig verdunkelt aber können die Verhältnisse in dem Augenblicke werden, wo die kritische Zeit einer Art eine relativ kurze Spanne umfaßt, die erheblich kürzer als die Dauer eines Monats ist. Auch in jenen Fällen, in denen die „kritische Zeit" nur teilweise in einem Monat, zum Teil aber im Folgemonat liegt, wird es schwierig sein, die üblichen Klimogramme nutzbringend anzuwenden. Um diese Schwierigkeiten auszuschalten, wäre es notwendig, die Klimogramme für unsere Zwecke nicht auf dem Prinzip der Monatseinteilung des Jahres aufzubauen, sondern auf den Temperaturmitteln und Niederschlagsmengen von Dekaden oder Pentaden. Hierbei würde man als bildlichen Ausdruck des Witterungsverlaufes im Jahre natürlich kein 12-Eck, sondern ein 36- bezw. 73-Eck erhalten.

Daß ein solcher Versuch praktisch vielfach auf kaum überwindbare Hindernisse stößt, sei beiläufig erwähnt: Bekanntlich enthalten die Veröffentlichungen der meteorologischen Stationen in der Regel keine Extenso-Beobachtungen, sondern Werte für Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit usw, die auf ganze Monate bezogen sind. Handelt es sich im besonderen um die Feststellung von Daten für entfernt liegende Orte, so wird man meist nicht in der Lage sein, die Akten der Extensoaufzeichnungen aller Stationen einzusehen, wodurch eine nachträgliche Berechnung von Mittelwerten für Dekaden oder Pentaden außerordentlich erschwert, wenn nicht gar ganz vereitelt ist.

Die Methodik derartiger Untersuchungen ist bei Arten mit mehr oder minder scharf getrennten Generationen und dementsprechend getrenntem zeitlichem Auftreten der einzelnen Entwicklungsstufen ohne weiteres verständlich. Bei jenen Formen indes, bei denen sich die Generationen weitgehend überschneiden und alle Stadien nebeneinander auftreten, liegen die Verhältnisse verwickelter. Bleibt das Zahlenverhältnis der einzelnen Entwicklungsstufen während der gesamten Entwicklungsperiode der Art im Jahre annähernd dasselbe, so wäre die gesamte Periode als kritische Zeit zu betrachten. Geht der Generationenablauf in dieser Weise ununterbrochen das ganze Jahr über weiter — wie etwa bei manchen tropischen Insekten —, so ist das Aufsuchen einer besonderen „kritischen Zeit" natürlich sinnlos.

Zeigt indessen das Zahlenverhältnis der einzelnen Entwicklungsstufen ein Überwiegen bald in der einen, bald in der anderen Richtung — was einen Übergang zu den Formen mit getrennten Generationen bedeutet —, so wären theoretisch jene Zeitabschnitte als kritisch zu behandeln, in denen die am stärksten auf klimatische Einflüsse reagierende Stufe im Bevölkerungsquerschnitt überwiegt.

Außer den hier genannten Gründen gibt es noch eine Reihe weiterer, welche die Nutzanwendung der Klimogramme für unsere Zwecke beeinträchtigen. Uvarov (23) nennt bereits einige, die hier nochmals aufzuzählen sich erübrigt. Nur auf einen wichtigen Punkt sei noch kurz verwiesen: Die üblichen Klimogramme fußen auf Temperatur und Niederschlag als der für Pflanzen- und Tierleben nach unseren Erfahrungen wichtigsten Daten des Großklimas. Immerhin bleibt diese Auswahl willkürlich und es ist nicht ausgeschlossen, daß eine entsprechende graphische Kombination anderer meteorologischer Elemente in besonderen Fällen zu wichtigen Schlüssen führt.[1]) —

Zusammenfassend kann die von Martini aufgeworfene Frage dahin beantwortet werden, daß der Versuch einer rein klimatologischen Interpretation des Cookschen Einteilungsprinzipes für das Verbreitungsgebiet einer Art wenig erfolgversprechend ist. Eine allgemein gültige Auslegung hat noch weitere Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wie dies auch bei den Untersuchungen über *Eurygaster integriceps* Put. geschehen ist. — Einige der Schwierigkeiten, die sich bei Heranziehung der Klimogramme für diese Zwecke vielfach ergeben werden, sind im Vorstehenden erörtert. —

Literatur.

1. Martini, E., Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 18, 1931, S. 440—459.
2. — — Gedanken und Berechnungen über Vermehrung und Verbreitung der Lebewesen. Mit Anwendung auf die Stechmückenfragen. Arch. f. Hydrobiol. Bd. 14, 1923, S. 726—740.
3. Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. Biol. Zentralbl. Bd. 48, 1928, S. 714—739.
4. — — Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 16, 1930, S. 43—450.
5. Zwölfer, W., Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Zentralbl. Bd. 50, 1930, S. 724—759.
6. — — Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 17, 1931, S. 475—562.
7. Chapman, R. N., Biotic potential, environmental resistance and insect abundance. Cong. intern. Zool. X. Budapest 1927, S. 1209—1218.
8. — — The quantitative analysis of environmental factors. Ecology Vol. 9, 1928, S. 111—122.
9. — — Quantitative results in the prediction of insects abundance on the basis of biotic potential and environmental resistance. Journ. Ec. Entom. Vol. 21, 1928, S. 349—352.

[1]) Vgl. hierzu Taylor (14b).

10. Zwölfer, W., Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens. I. Untersuchungen zur Epidemiologie der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Hem. Het.) Zeitschr. ang. Ent. Bd. 17, 1930, S. 227—251.
11. Pierce, W. D., A. new interpretation of the relationship of temperature and humidity to insect development. Journ. agr. Res. Vol. 5, 1916, S. 1183—1191.
12. Shelford, V. E., An experimental investigation of the relations of the codling moth to weather and climate. Bull. Ill. St. Nat. Hist. Surv. Vol. 16, 1927, S. 311—440.
13. — — Phenology and one of its modern descendants. The Quart. Rev. of Biol. Vol. 5, 1930, S. 207—216.
14a. Ball, J., Climatological Diagrams. The Scientific Journal, Vol. Cairo 1910.[1])
14b. Taylor, G., The control of settlement by humidity and temperature (with special reference to Australia and the Empire): An introduction to comparative climatology. — Commonwealth Bur. of Meteorol. Bull Nr. 14. Melbourne 1916, 22 S.[2])
14c. — — The settlement of tropical Australia. — Geogr. Rev. Vol. 8, 1919, S. 84—115.
15. Thienemann, A., Der Nahrungskreislauf im Wasser. Verhandl. Dt. Zool. Ges. 31. Vers. zu Kiel. Leipzig 1926, S. 29—79.
16. Thompson, W. R., A contribution to study of biological control and parasite introduction in continental areas. Parasitology Vol. 20, 1928, S. 90—112.
17. Friederichs, K., Der Kaffeebeerenkäfer in Niederländisch-Indien. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 11, 1925, S. 325—485.
18. Schimitschek, E., Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I. Standortsklima und Kleinklima in ihren Beziehungen zum Entwicklungsablauf und zur Mortalität der Insekten. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 18, 1931, S. 460—491.
19. Escherich, K., Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstw. Zentralbl. Bd. 52, 1930, S. 525—546.
20. Bodenheimer, F. S., und Mitarbeiter, Epidemiologische, ökologische und physiologische Studien über die afrikanische Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* Forsk. Zeitschr. ang. Ent. Bd. 15, 1929, S. 435—557.
21. Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) in Süddeutschland. II. Teil. Arb. Biol. Reichsanst. Bd. 17, 1929, S. 460—498.
22. Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. Ibid. Bd. 16, 1929, S. 705—775.
23. Uvarov, B. P., Weather and climate in their relation to insects. Conf. of Empire meteorologists 1929, Agr. sect. London 1929.

[1]) Zitiert nach Shelford (12).
[2]) Nach Referat der Geogr. Rev. 1917 und 1918.

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von Lophyrus pini L.

Von

Grigore Eliescu.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie München.)

(Mit 20 Abbildungen.)

I. Teil.

Einleitung.

Die Kiefernbuschhornblattwespe, *Lophyrus* (*Diprion*) *pini* L., wurde bereits von verschiedenen Forschern einem eingehenden Studium unterzogen. Schon vor etwa 200 Jahren finden wir diesen Schädling in der Forstentomologie erwähnt. Die erste Beschreibung der Eier, Larven, Puppen und Imagines finden wir bei De Geer (1752 bis 1778), daneben behandelte auch De Geer die Biologie sehr eingehend. Im Jahre 1794 beschreibt Hennert Larven von *Tentredo pini* L. Nach seinen Angaben und Illustrationen kann es sich aber wohl nicht um *Lophyrus pini* gehandelt haben; dasselbe gilt für Zinkes (1798) und Bechsteins (1818) *Tentredo pini*. Eine genauere Beschreibung der Imago von *Lophyrus pini* gibt Klug (1808). Als Systematiker hat er nur die Morphologie der Wespe behandelt. Die erste ausführliche Arbeit über die Morphologie und Biologie von *Lophyrus pini* hat Müller gemacht (1821), auf den sich die späteren Autoren hauptsächlich immer wieder beziehen, und den auch ich sehr häufig zitieren werde.

Fintelmann behandelt (1836) hauptsächlich die Larvenstadien von Lophyriden. Im Jahre 1837 und 1860 bringt Th. Hartig eine Monographie über die Familien der Blatt- und Holzwespen heraus. Darin finden wir auch *Lophyrus pini* eingehend behandelt. Er gibt nicht nur eine vollständige Beschreibung der Biologie sondern auch der Morphologie der Larve und Imago. Ratzeburg faßt in seinem Standardwerk „Die Forstinsekten“ (1844) alles über die Biologie von *L. pini* zusammen, was bis dahin bekannt war und ergänzte dies noch durch seine eigenen Erfahrungen, in forstlicher Beziehung. Nördlinger, Hendschel, Altum, Taschenberg, Kaltenbach, Binger und Judeich-Nitsche behandeln in den Jahren 1855—1885 in ihren Lehrbüchern *Lophyrus pini*, mehr oder weniger ausführlich, wobei sie sich durchwegs auf die früheren Autoren beziehen. Jm Jahre 1893 berichtet Eckstein eingehend über das Schlüpfen und Schwärmen der Imago. Cobelli (1900) untersuchte hauptsächlich den Einfluß der Temperatur auf das Schlüpfen der Wespe. Über die Art der Eiablage der *Lophyrus pini* und die einzelnen Larvenstadien machte Scheidter (1926) mehrere Mitteilungen.

Über die Anatomie von *Lophyrus pini* ist bis jetzt verhältnismäßig wenig gearbeitet worden. Poletajew bearbeitete (1885) die Spinndrüsen der Blattwespen. Diese Arbeit wurde von Cholodkowsky im Jahre 1895 verbessert. Er behandelt neben

anderen Tentrediniden speziell *Lophyrus pini*. Pickel (1886) unterzog sich der gleichen Aufgabe und ergänzte die Angaben des letzteren. Außer den Spinndrüsen wurden auch die Schlundsäcke von Cholodkowsky anatomisch genau bearbeitet. Über die Färbung der Kokon und deren Ursachen arbeiteten Przibram (1924) und Sciacchitano (1925).

Im Jahre 1928 war an verschiedenen Orten in Deutschland *Lophyrus pini* L. in verstärktem Maße aufgetreten. Besonders in der Gegend von Schwetzingen und Heidelberg (Baden) kamen größere Vermehrungen vor. Auch in der Oberförsterei Neschwitz i. Sachsen war eine Übervermehrung eingetreten, wenn auch nicht in dem Maße wie in Schwetzingen.

Durch dieses Massenauftreten von *Lophyrus pini* veranlaßt, gab mir Herr Geheimrat Professor Dr. K. Escherich die Anregung, die Biologie und vor allem die Anatomie dieser Tiere zu studieren, da gerade die letztere noch viele Lücken aufweist. Für diese Anregung sowie für die Leitung bei den Versuchen und überhaupt für die Möglichkeit in seinem Institut zu arbeiten, möchte ich ihm an dieser Stelle den herzlichsten Dank aussprechen. Desgleichen möchte ich auch Herrn Prof. Dr. H. Eidmann, dem damaligen Assistenten am Institut für angewandte Zoologie, der mir des öfteren bei meinen Arbeiten behilflich war, meinen Dank sagen. Auch Herr Dr. W. Zwölfer, der jetzige Assistent des Institutes, hat mich bei meinen Arbeiten wiederholt unterstützt, wofür auch ihm an dieser Stelle bestens gedankt sei. Auch allen jenen Herrn möchte ich meinen Dank aussprechen, die mir bei meiner Arbeit in liebenswürdigster Weise durch Versorgung mit Material, das ich zu meinen Zuchten benötigte, geholfen haben.

Material und Methode.

Das Material aus Kokons und Larven stammt aus verschiedenen Forstämtern, vor allem aus Eberswalde, Heidelberg, Neschwitz und Schwetzingen.

Die Kokons waren teils im Winter 1927 bis Frühling 1928 und im Winter 1928 bis Frühling 1929 gesammelt (also Kokons aus der 2. Generation) und teils im Sommer 1928 (also aus der 1. Generation). Die für die Versuche im Freien gesammelten Larven waren meistens aus der 1. Generation (Sommer 1928 und Sommer 1929). Die Aufzucht der Kokons habe ich teilweise nach der von Eidmann (1925) gezeigten Methode ausgeführt. Dazu wurden verschieden große Einmachgläser verwendet, die am Boden mit Watte ausgelegt waren. Auf die Watte wurden die Kokons gelegt und mit Filtrierpapier bedeckt. Die Gläser wurden mit einem Stück Gaze zugebunden und das Filtrierpapier täglich zweimal mit Wasser bespritzt, um eine ständige relative Feuchtigkeit zu erhalten.

Während des Winters wurden die Gläser im Zimmer aufbewahrt, über dessen Temperatur später berichtet wird.

Ein anderer Teil der Kokons wurde in Schachteln mit feuchtem Moos ins Freie gestellt, desgleichen wurden Kokons ebenfalls in Schachteln mit feuchtem Moos im Eisschrank gehalten, um die Entwicklung zu hemmen. Auf diese Weise ließen sich die Kokons gut erhalten, doch war in den Gläsern besondere Vorsicht notwendig, da sich hier sehr leicht Schimmel bildet

Die ausgeschlüpften Blattwespen wurden in große Zuchtkästen, in denen Kiefernzweige ins Wasser gestellt waren, gebracht, damit dieselben ihre Eier ablegen konnten. Zur Beobachtung einzelner Weibchen bei der Eiablage oder Pärchen wurden ebenfalls Gläser wie oben verwendet.

Die Kiefernnadeln, an denen die Eier abgelegt waren, wurden von den Zweigen abgerissen und in Petrischalen auf Filtrierpapier gelegt, das öfters mit Wasser bespritzt wurde, um die Feuchtigkeit zu erhalten. Die Feuchtigkeit in den Schalen war stets so

groß, daß sie ständig vom Wasserdampf beschlagen waren. Nur so konnten die Eier zur Entwicklung gebracht werden. Wurden z. B. ganze Zweige mit belegten Nadeln in Wasser aufgestellt, so konnten daran keine Larven gezogen werden, da alle Eier vertrockneten.

Die jungen Larven wurden gleichfalls wie die Eier in Petrischalen, die auf dem Boden etwas angefeuchtetes Filtrierpapier hatten, gehalten. Am schwersten zu züchten sind die kleinen Larven, die man zu Versuchen einzeln halten will. Die Larven gedeihen besser, wenn sie in Gesellschaft bleiben können. Die höchste Mortalität war in meinen Zuchten in den ersten drei Stadien. Die späteren Stadien sind bedeutend widerstandsfähiger. Die Ursache der Mortalität in den ersten Stadien ist meiner Ansicht nach vielleicht in den Schwankungen der Zimmertemperatur zu suchen. So war die höchste Mortalität, als das Laboratorium geheizt war. Tagsüber erreichte die Temperatur oft bis 30° C, nachts 15—20°. Mit dem Beginn des Frühlings, wo die Temperatur im Zimmer nicht mehr so erheblich schwankte, waren die Zuchten leichter zu halten. Das Wachstum ist zu fördern, wenn man kleine Triebe (von 10—20 cm Länge), denen man die Spitzen abgeschnitten hat (da die Larven der ersten Generation keine Maitriebe fressen), zur Fütterung verwendet. Das Aufstellen der Triebe hat weiter noch den Vorteil, daß der Kot zu Boden fällt und dadurch die Larve beim Fressen nicht behindert, wie es der Fall wäre, wenn nur einzelne Nadeln verfüttert werden, die am Boden der Schale liegen. Ebenso wird dabei eine Befeuchtung des Filtrierpapiers leichter möglich.

Die von den Forstämtern kommenden Freilandlarven wurden teils in Glaszylinder gehalten oder in Zuchtkästen oder Glasschalen, auf feuchtem Filtrierpapier, wenn ich dieselben isolieren wollte; manchmal sogar in Glasröhren, deren Öffnung mit Gaze zugebunden war.

Um die vorgehenden Veränderungen im Kokon beobachten zu können, schnitt ich den Kokon etwas auf, ohne die Larven herauszunehmen und dadurch ihre Entwicklung zu stören. Es ist jedoch mancher Larve gelungen, durch den Schnitt den Kokon zu verlassen; um dies zu verhindern, klebte ich den eingeschnittenen Deckel mit Leukoplaststreifen fest. Dadurch konnte ich die Veränderungen des Eonymphastadiums sehr gut beobachten, obwohl das Insekt in diesem Stadium sehr empfindlich gegen Störungen ist. In der gleichen Weise konnte ich auch das Puppenstadium beobachten. Alle diese Kokons mit Larven und Puppen, wurden in kleinen offenen Glasschalen auf Filtrierpapier gehalten. Diese Glasschalen wurden in eine größere Glasschale gestellt und letztere mit einer Glasplatte zugedeckt, eine kleine Öffnung zur Durchlüftung freilassend. Um die Feuchtigkeit zu erhalten habe ich den Boden des großen Glasgefäßes mit befeuchtetem Filtrierpapier belegt und eine kleine Schale mit Wasser dazugestellt. Auf diese Weise habe ich eine große Feuchtigkeit erreicht, die durch den Wasserdampf an der Glasplatte sichtbar war. Nur so war es möglich das Wachsen der Larven zu sichern und das Eonymphastadium zum Puppenstadium zu führen.

Das Ei.

Die erste Angabe, die man in der Literatur über das Ei findet, stammt von De Geer. Er schreibt über die sich noch in den Ovarien befindlichen Eiern: „Als ich einem Weibchen in der Länge den Bauch aufschnitt, fand ich einen großen Vorrat von länglich-ovalen, etwas bogenförmig gekrümmten, weißgelblichen Eiern.“ Und weiter über die abgelegten Eier: „Die Eier sind sehr zart und ihre Schale weich und zerbrechlich.“ Angaben über Farbe, Größe und Entwicklung machten Müller, Hartig und Ratzeburg, wie weiter unten noch zu erörtern sein wird.

Zu einer allgemeinen Beurteilung des Eies von *Lophyrus pini* müssen wir zwischen legereifen und reifen bezw. abgelegten Eiern unterscheiden. Die ersten sind solche, die sich noch im Ovarium befinden und kurz vor der Ablage stehen.

Die legereifen Eier sind länglich-oval und mehr oder weniger gekrümmt. Der Vorderpol des Eies, der bei der Eiablage zuletzt den Körper des Weibchens verläßt, ist etwas abgeplattet, der hintere Pol ist kegelförmig. Die hintere Hälfte hat einen größeren Durchmesser als die vordere. In Abb. 1 sehen wir mehrere Formen von Eiern eines und desselben Weibchens, die verschiedenen kleinen Abweichungen von der normalen Form (Abb. 1 d) zeigen. Diese Abweichungen kommen daher, daß bei einem Weibchen, das einige Tage nach dem Schlüpfen noch keine Eier abgelegt hat, die Eier in der Eiröhre ziemlich zusammengestaucht liegen.

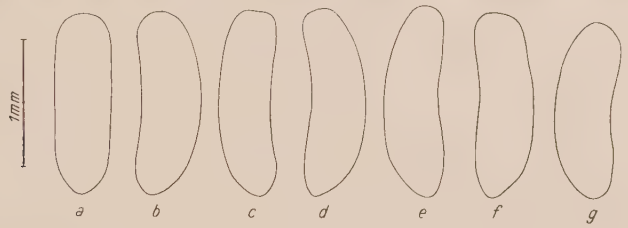


Abb. 1. Verschiedene Formen legereifer Eier von *Lophyrus pini* L. aus den Ovarien entnommen.

Im Mittel sind die Eier 1,428 mm lang, am vorderen Ende 0,442 mm breit und am hinteren Ende 0,510 mm. Um die Variabilität der Eigröße bei legereifen Eiern festzustellen, habe ich die Eier verschieden großer Weibchen gemessen. Folgende Tabelle I gibt darüber Aufschluß:

Tabelle I.

weibliche Kokons Länge in mm	Größe der Eier in mm
8	1,428; 1,462
8,5	1,428; 1,462; 1,530
10,2	1,428; 1,462.

Wir sehen daraus daß der größte Unterschied in der Länge eines Eies bei ein und demselben Weibchen im Maximum 0,06 mm beträgt und daß auch bei Eiern verschiedener Weibchen keine größere Differenz zu messen ist. Die reifen Eier dagegen bekommen im Laufe ihrer Entwicklung größere Dimensionen und eine andere Gestalt (s. unten).

Das Chorion ist dünn, so daß man das Innere des Eies hindurchschimmern sieht. Die Oberfläche des Eies ist glatt.[1]) Unter dem Mikroskop erscheint das Ei erfüllt von kleinen gelblichen Kügelchen, die in regel-

[1]) Die „Querrunzeln", die Ratzeburg hier und da beobachtet hat, „treten nur bei ganz frisch gelegten Eiern auf und auch da nur an der ventralen Seite, wo das Ei auf der Nadel festgeklebt ist.

mäßigem Abstand über den ganzen Raum verteilt sind. Bringt man legereife Eier in stark verdünnte Kalilauge, so fangen die Eier nach wenigen Minuten zu schwellen an; die Krümmung des Eies wird immer stärker, das Ei selbst wird durchsichtig, so daß man die gelben Kügelchen, die sich nun immer mehr auf der konvexen Seite verteilen, gut beobachten kann. Nach einigen weiteren Minuten platzt das Chorion auf der konvexen Seite.

Die Farbe der legereifen Eier ist gelblich weiß, die abgelegten Eier dagegen sind weiß. Am ersten Tage nach der Ablage sind die Eier mehr oder weniger durchschimmernd. Die Beobachtung Müllers, daß die verschiedene Färbung der Weibchen keinen Einfluß auf die Farbe der Eier hat, kann ich bestätigen.

Die reifen Eier unterscheiden sich kurz nach der Eiablage wenig von den legereifen Eiern. Später dagegen dehnen sie sich aus, werden größer und verändern auch ihre Form. Die Eier werden bei der Ablage mit einer leimartigen durchsichtigen Schicht vollkommen überzogen und erscheinen infolgedessen glänzend. Diese Schicht bedeckt während des ganzen Embryonalstadiums das Ei; manchmal allerdings verschwindet die Schicht aus irgend welchen Ursachen, das Chorion erscheint dann matt. Das leimartige Sekret hat den Zweck, das Ei in dem durch das Weibchen hergestellten Spalt in der Nadel festzukleben. Das Ablösen der Eier von der Nadel ist dadurch in den ersten Tagen sehr erschwert, da die Eier noch weich sind. Will man in dieser Zeit ein Ei ablösen, indem man die beiden Seiten des Spaltes auseinander zu ziehen sucht, so bleibt das Ei an beiden Seiten hängen und deformiert sich stark. Nach einigen Tagen jedoch festigt sich das Ei so, daß man es nun leicht entfernen kann.

Die Eiablage.

Die Eiablage wurde von allen Autoren beschrieben, die sich mit *Lophyrus pini* beschäftigten: De Geer, Müller, Hartig, Ratzeburg und Scheidter, welch letzterer eine besonders eingehende Darstellung gibt.

Nach meinen Beobachtungen geht die Eiablage folgendermaßen vor sich: Das Weibchen setzt sich an die Nadelseite wie im Reitsitz, die Beine umklammern die Nadel und geben dadurch demselben einen festen Halt. Hierauf wird das Hypopygium fest auf die Kante der Nadel gedrückt, so daß zwischen Hypopygium und Nadel die Luft größtenteils herausgepreßt wird. Durch das folgende Aufheben des Hypopygiums entsteht ein Vakuum, durch das das Weibchen besonders festgehalten wird. Während des Schneidens nun bewegt das Weibchen die beiden Blätter der Säge abwechslungsweise. Diesen Vorgang hat auch Scheidter beobachtet. Durch diese Bewegungen erhält das Abdomen schwache seitliche Verschiebungen nach links und rechts. Dies hat zur Folge, daß sich bei der Rechtsverschiebung das rechte Sägeblatt hebt, während nach

der anderen Seite das linke Sägeblatt hochgezogen wird. Durch die ständig wechselnde Muskelkontraktion ist die fortwährende Veränderung des Teguments des 9. Segments sehr gut zu beobachten. Dieser Vorgang bewirkt auch eine ständige Vorwärtsbewegung des Körpers, ohne daß die Beine ihren Platz verlassen und zwar genau soweit als die Länge eines Eies ausmacht. Beim Aufschneiden der Nadel wird die Sägerinne in den Sägespalt versenkt und zwar soweit, bis die an dieser befindlichen flügelartigen Widerstände die Nadel berühren. Erst dann wird ein Ei abgelegt, wenn diese Tiefe des Schnittes erreicht ist. Schon während des Aufsägens der Nadel wird der Sägespalt vom Weibchen mit einem Kittstoff versehen, der dazu dient, die Eier in dem Spalt festzukleben. Dieser Kittstoff ist, nachdem er das Abdomen verlassen, hellgelblich, durchsichtig, ungefähr wie heller Bienenhonig; durch die ständige Sägebewegung jedoch, die das Weibchen ausführt, dringt zwischen die Kittmasse Luft, so daß das Ganze schaumig wird und auch schaumig bleibt, selbst wenn nach einiger Zeit die Masse erhärtet ist. Während des Sägens lösen sich kleine Teilchen von der Nadel ab, die sich mit der Kittmasse vermengen, wodurch die anfangs hellgelbliche Farbe in eine leicht grüngelbliche übergeht. Scheidter bemerkt: „Der Kittstoff tritt während der Anfertigung der Eitasche ständig aus und wird auch gleichzeitig mit der Anfertigung der Tasche auf die Nadel gestrichen, ist also bereits auf der Nadel, bevor nur das Ei abgelegt wird.“ Müller und Hartig dagegen behaupten, daß der Kittstoff erst nach der Eiablage abgegeben wird. Meine Beobachtungen jedoch haben gezeigt, daß die Feststellungen Scheidters die richtigen sind. Die vom Weibchen abgegebene Kittmasse klebt an beiden Seiten der Nadel in kleinen rhombisch geformten Häufchen. Diese Form kommt dadurch zustande, daß das Hypopygium in seiner ständigen Vorwärtsbewegung die Schaummassen in dieser Form hinterläßt. Die Schaumhäufchen sind nicht miteinander in Verbindung, sondern jedes ist für sich getrennt, weil das Weibchen nach dem Ablegen eines Eies die Legesäge aus dem Spalt herausnimmt und eng daran die zweite Eitasche anlegt. Diesen Vorgang erwähnt Scheidter in gleicher Weise; desgleichen stimme ich mit Scheidter darin überein, daß „die eingeschnittenen Stellen erhoben und gleichsam aus vielen unregelmäßigen Erhöhungen zusammengesetzt“ erscheinen. Diese Erhöhungen, die ebenfalls wie die rhombischen Häufchen getrennt sind, haben anfangs grüne Farbe, nach einigen Tagen jedoch verfärben sie sich braun, wie auch der Kitt, der an der Nadel klebt (De Geer, Müller). Nach dem Herausnehmen der Säge aus der Schnittöffnung folgt eine kurze Pause; während dieser kann man kräftige kontraktorische Bewegungen dorsal am 7. Ring beobachten. Nach dieser Pause geht nun das Weibchen soweit nach rückwärts, bis es die Mitte der eben angelegten Eitasche erreicht hat. Die Legesäge ist immer noch nach abwärts gerichtet und tastet bei der Rückwärtsbewegung ständig die Nadelspalte ab. An der Unterseite der Segmente kann man während dieses Vorgangs rasche kon-

traktorische Bewegungen sehen. Ist die Mitte der Eitasche erreicht, so senken sich die letzten Abdominalsegmente möglichst nahe an den Sägespalt, dann folgen 3—4 breite Kompressionsbewegungen des Abdomens und dann wird das Ei in die prall mit Kitt gefüllte Eitasche geschoben. Wenn sich das Weibchen nach dieser Arbeit wieder erhebt, so steht die Legesäge nicht mehr senkrecht, sondern in normaler horizontaler Lage.

Nachdem das Ei abgelegt ist, geht das Weibchen einige Millimeter vorwärts, bis es die bereits belegte Eitasche gut überschritten hat; nun wird die Legesäge sofort wieder senkrecht gestellt und unter der nun folgenden Rückwärtsbewegung des Weibchens wird mit der Legesäge die Nadel abgetastet, bis das Ende der vorigen Eitasche erreicht ist, dann wird hart anschließend daran die neue Eitasche begonnen.

Über die Zeit, die für die Ablage der Eier notwendig ist, gibt Scheidter folgendes an: „Ein Weibchen legte in 105 Minuten ohne auszusetzen 19 Eier, so daß sich eine Zeitdauer von $5^1/_2$ Minuten für die Ablage je eines Eies berechnet; ein anderes Weibchen legte in 109 Minuten 12 Eier, brauchte also für die Ablage je eines Eies durchschnittlich 9 Minuten." Ich habe folgendes beobachtet:

Tabelle II.

♀♀	Dauer der Ablage in Minuten pro Ei						Durchschnittliche Dauer der Ablage pro Ei
	1.	2.	3.	4.	5.	6. Ei	
1	11	10	16	7	7	7	9,66
2	9	11	8	—	—	—	9,30
3	7	7	9	—	—	—	7,60

Zu den einzelnen Arbeiten, die ein Weibchen während der Eiablage verrichtet, ergeben sich folgende Durchschnittszeiten, wenn wir als Beispiel ein Weibchen anführen, das zu der ganzen Eiablage 7 Minuten brauchte: 6 Minuten — das Schneiden der Eitasche; $^1/_2$ Minute — das Zurückgehen des Weibchens mit Eiablage; $^1/_2$ Minute — bis zum Beginn der Anlage der neuen Eitasche.

Die nachfolgende Liste soll nun zeigen, wieviel Eier pro Weibchen abgelegt werden. Dabei sei erwähnt, daß normalerweise fast alle Eier, die sich in dem Ovarialschläuchen befinden, zur Ablage kommen, nur wenige reife Eier bleiben in den Ovarien zurück. Aus der Aufstellung ist zu sehen, daß auch bei den Zuchten manches Weibchen seine Eier restlos abgegeben hatte und kein Ei mehr im Ovar zurückbehielt; es kann daraus wohl geschlossen werden, daß im Freien, wo alle normalen Verhältnisse gegeben sind, in der Regel alle im Ovar befindlichen Eier abgelegt werden.

Tabelle III.

Versuchs-Nr.	Geschlüpft			Anfang der Eiablage	Ende der Eiablage	Abgelegte Eier	Nicht abgelegte Eier	Dauer der Eiablage in Tagen	Tod		Lebensdauer in Tagen		Bemerkungen
	Datum	♀	♂						♀	♂	♀	♂	
23	8. 3.	1	1	13. 3.	14 3.	83	11	1	15. 3.	17. 3.	7	9	
	6. 4.	1	1	9. 4.	10. 4.	111	4	1	—	—	—	—	
	11. 4.	1	1	13. 4.	15. 4.	104	—	2	—	—	—	—	Ende der Copula $12^1/_2$. Beginn der Eiablage nach 2 Tagen.
24	5. 3.	1	1	9. 3.	10 3.	141	14	1	—	—	—	—	Hat die ganze Nacht gelegt.
	29. 3	1	1	30. 3.	1. 4.	76	?	2	5. 4.	30. 3.	6	1	
	5. 4	2	1	9. 4.	11. 4.	111	?	2	16. 4.	17. 4.	11	12	
	24. 4.	1	1	—	—	38	23	—	30. 4.	29. 4.	7	6	
25	6. 4.	1	1	7. 4.	8. 4.	58	1	1	11. 4.	12. 4.	5	6	Copula gleich nach dem Ausschlüpfen des ♀. Dauer derselben nur 35 Minuten.
	13. 4.	1	1	13. 4.	14., 16., 17. 4.	83	?	4	18. 4.	16. 4	—	—	Beginn der Eiablage gleich nach der Copula, dann weiter mit Unterbrechungen.
	1. 6.	1	1	—	—	82	—	—	—	—	—	—	
27	5. 3.	1	2	8. 3	9. 3.	134	—	1	21. 3.	—	16	—	
28	29. 2.	1	2	2. 3.	5. 3.	129	—	2	9. 3.	—	8.–13. 3.	8.–13. 3	
	9 3	1	1	22. 3.	23 3.	124	—	1	—	—	—	—	
	5. 4.	1	1	6. 3.	7.—11. 3.	72	?	1 (5)	15. 3.	10. 3.	—	—	Rest erst in 4 Tagen abgelegt.
	24 4.	1	1	27. 4.	29 4.	147	—	2	2. 5.	—	—	—	
29	12. 3.	1	1	13. 3	14 3.	122	3	1	23. 3.	—	—	—	
	30. 3.	1	1	3. 4.	5. 4.	110	12	2	9. 4.	—	—	—	
	25. 4.	1	1	25. 4.	26. 4.	140	—	1	3. 5.	27. 4.	—	—	Copula $12^1/_2$. Um 6 Uhr waren 29 Eier abgelegt.
	31. 5.	1	3	—	—	100	—	—	5 5.	—	—	—	
30	2. 3.	1	2	4. 3	5. 3.	123	4	1	12. 3.	10. 3.	—	—	
	3. 4.	1	1	7. 4.	—	47	70	—	11. 4.	7. 4.	—	—	
	7. 5	1	1	—	—	124	?	—	—	—	—	—	
	1. 6.	1	2	2. 6.	—	113	?	—	6. 6.	2. 6	—	—	
31	3. 3	1	1	5. 3.	6. 3.	124	12	1	9. 3.	—	—	—	
	13. 3.	1	1	16. 3.	—	68	27	—	20. 3.	20. 3.	—	—	
	13. 4.	1	1	17. 4.	—	109	?	—	24. 4.	—	—	—	
32	13. 4.	1	1	14. 4.	16. 4	123	20	2	—	17. 4.	—	—	
49	3. 4.	1	1	8. 4.	9. 4.	148	7	1	—	9. 4	—	—	
50	6. 4.	1	1	10. 4.	11. 4.	149	?	1	–	12. 4.	—	—	Nach Ablage von 12 parthenogenet. Eier erfolgt eine Copula.
24	13. 3.	4	—	14. 3	20. 3.	∞	—	—	—	—	—	—	Parthenogenetisch.
25	3. 3.	7	—	7. 3.	—	∞	—	—	12.—17.	—	—	—	
29	13. 3.	1	—	17. 3.	—	138	?	—	18. 4.	—	—	—	
30	13. 4	4	—	14. 4.	16. 4.	∞	—	1	19.—21.	—	—	—	
	26. 3.	1	—	28. 3.	29. 3.	70	?	1	—	—	—	—	
40	7. 3.	7	—	9. 3.	10. 3.	∞	—	1	—	—	—	—	

Aus der Tabelle ist noch zu ersehen, daß das Weibchen in 2—3 Stunden nach der Copula mit der Eiablage beginnt. In Ausnahmefällen dauerte es länger, bis zu 2 Tage bis die Eier abgelegt wurden. Die parthenogenetischen Weibchen hatten sogar oft eine Stunde nach Verlassen des Kokons mit dem Eierlegen begonnen. Die Eiablage war in den meisten Fällen bereits nach 3 Tagen beendet, nur ganz selten vergingen 5—6 Tage.

Die Zahl der Eier an den einzelnen Nadeln ist sehr verschieden und hängt hauptsächlich von der Länge der Kiefernnadel ab. So konnte ich feststellen, daß kurze Nadeln von Maitrieben mit nur 2—3 Eier belegt wurden, während Nadeln von normaler Länge im Maximum 20 Eier und im Minimum 11 zeigten, so daß sich ein Durchschnitt von ca. 16 Eier ergibt. Müller erwähnt allerdings einen Durchschnittsbelag von 15 bis 25 Eier, als Maximum schreibt er von 30 Eiern. Es kann sich hier wohl nur um sehr lange Kiefernnadeln handeln, denn meine Zuchten haben ergeben, daß die Weibchen die Nadeln zur Ablage ihrer Eier gut ausnützen, solange die Nadeln frisch gehalten sind. Ratzeburg dagegen konnte nur einen Durchschnitt von 10—20 Eier pro Nadel feststellen, was meinen Angaben sehr nahe kommt.

Zum größten Teil wird von den beiden Nadeln des Kurztriebes nur eine davon belegt. So waren von 85 Kurztrieben meiner Zuchten nur 3 darunter, bei denen beide Nadeln mit Eiern belegt waren. Die Weibchen beginnen mit der Eiablage normalerweise stets an der Nadelbasis und zwar in der Nähe der Nadelscheiden. Nur vereinzelt kommt es vor, daß ein Weibchen etwas höher mit dem Legen anfängt. Liegen zwei Nadeln eines Kurztriebes sehr nahe beieinander, wie dies bei jungen Trieben öfter zu sehen ist, so kommt es vor, daß das Weibchen, das mit dem Legen an einer Nadel an der Basis begann, etwa in der Mitte auf die benachbarte zweite Nadel hinüberwechselt, so daß letztere erst von der Mitte ab mit Eiern belegt ist. Nur ganz vereinzelt kommt es vor, daß ein Weibchen die beiden Seiten einer Nadel belegt, doch konnte ich solche Fälle bei meinen Zuchten feststellen. Ein Weibchen benutzt für sein Gelege stets die Nadeln, die der zuerst belegten Nadel sehr nahe stehen, niemals geht es z. B. zum Eierlegen auf einen anderen Trieb über, oder fliegt zu diesem Zweck an einen anderen Baum.

Die Eier werden von dem Weibchen zu jeder Tages- und Nachtzeit abgelegt. Hat ein Weibchen einmal damit begonnen, so werden sämtliche Eier ohne Unterbrechung fortlaufend abgegeben. Diese Arbeit kann viele Stunden dauern, und es ist keine Ermüdung bei dem Weibchen zu bemerken. Ratzeburg beobachtete Fälle von 12—16 Stunden, bei denen die Weibchen ununterbrochen, auch die Nacht hindurch Eier legten. Ein gutes Beispiel aus meinen Zuchten möchte ich hier nicht unerwähnt lassen. Am 5. März wurde ein frisch geschlüpftes Weibchen mit einem ebensolchen Männchen zusammengebracht. Am 9. März um 4^{20} nachm. begann das Weibchen mit dem Ablegen des 1. Eies. Tags darauf um

10 Uhr vorm. waren schon 7 Nadeln mit insgesamt 122 Eier belegt. Das Weibchen legte also bereits 17 Stunden und 40 Minuten; es hat somit während dieser Zeit ununterbrochen alle 8,7 Minuten ein Ei in die Eitasche versenkt. Die Zeit der Ablage eines Eies stimmt genau mit der oben angegebenen Zeit überein, so daß der Beweis erbracht ist, daß dieses Weibchen die ganze Nacht hindurch gearbeitet hat. Leider wurde dieses Weibchen durch das Einbringen frischer Tiebe in das Zuchtglas bei der Legearbeit gestört. Es stellte nun sofort das Legen ein und hat erst am 2. Tage wieder damit begonnen. Das Weibchen belegte noch 2 Nadeln mit 19 Eier, so daß es im ganzen 141 Eier abgelegt hatte. Die spätere Untersuchung des Ovariums zeigte, daß noch 14 reife Eier in diesem waren.

In Tabelle III finden wir einen Fall, wo das Weibchen zur vollständigen Ablage allerdings 4 Tage brauchte. Hier war selbstverständlich eine Unterbrechung des Legegeschäftes erfolgt. Aber normalerweise legen die Weibchen ihre sämtlichen Eier ohne jede Unterbrechung ab.

Wie allgemein bekannt ist, hat *Lophyrus pini* gewöhnlich eine doppelte Generation, weshalb auch die Auswahl der Nadeln zur Eiablage je nach der Saison verschieden ist. Die Weibchen, die im Frühjahr aus dem überwinterten Kokon herauskommen, suchen sich zur Eiablage stets gutentwickelte einjährige Nadeln. Dies ist im allgemeinen unter normalen Verhältnissen die Regel. Doch können unter ganz besonderen klimatischen Faktoren auch Abweichungen vorkommen. So hatte ich z. B. mehrere Kokons auf Eis gestellt, aus denen die Weibchen erst Ende Juni geschlüpft sind. Zu der Zeit waren nun an den Kiefern die Maitriebe schon gut entwickelt. Diese Weibchen bevorzugten ganz auffallend die Nadeln der Maitriebe und nahmen die vorjährigen Nadeln zur Eiablage nicht mehr an. Bedingung war jedoch, daß die Nadeln gut entwickelt waren und fast schon die Normallänge erreicht hatten. Daß jene Nadeln noch nicht ausgereift waren — sie zeigten alle noch das bekannte frische Grün der jungen Triebe — spielte dabei weiter keine große Rolle. Diese Tatsache führt Scheidter bei jenen *Lophyrus* an, die in kälteren und höheren Gebirgslagen vorkommen und dort aus diesem Grunde nur eine einfache Generation besitzen. Hier schwärmen die Imagines so spät, daß schon gutentwickelte Maitriebe vorhanden sind, und ausschließlich diese werden dann von den Weibchen belegt.

Bei den Zuchten konnte noch festgestellt werden, daß, wenn in einem Zwinger sehr viele Weibchen waren, so daß diese in den Nadeln keine Auswahl mehr hatten, im Drang des Eierlegens alle Nadeln, auch die 2- und 3jährigen belegt wurden. Es war jedoch genau zu beobachten, daß sie zuerst die jüngeren Nadeln und erst, wenn diese alle besetzt waren, auch die alten Nadeln belegten.

Aus dem oben Gesagten ist nun leicht zu erklären, daß die 2. Generation, die etwa im August erscheint, ihre Eier nur an heurige Nadeln unter-

bringt, da die nun gutentwickelten Maitriebe ihnen die zuträglichsten Nadeln liefern.

Ganz auffallend ist bei der Eiablage der *Lophyrus*-Weibchen der Trieb, möglichst viele Eier an einer Stelle nahe beieinander abzulegen. So konnten im Freien Triebe gefunden werden, an welchen alle einjährigen Nadeln belegt waren. Diese Masse von Eier stammten nicht von einem einzigen Weibchen, sondern es fanden sich mehrere Weibchen an dieser Stelle ein, die an diesem Trieb ihre Eier ablegten, obwohl genügend gleichwertige Triebe in nächster Nähe vorhanden gewesen wären. Aus dieser Tatsache erklärt sich auch, daß die Raupen später stets in großen Kolonien beisammen gefunden werden. Bei den Zuchten im Laboratorium konnte die gleiche Feststellung gemacht werden. Wenn nämlich ein oder mehrere Weibchen an einem Trieb bereits mit der Eiablage fertig waren, am andern Tag an der gleichen Stelle zwei oder drei andere mit dem Ablegen begannen.

Nach der Eiablage bleibt das Weibchen stets in der Nähe seiner Eier, kehrt öfters zu diesen zurück und betastet das ganze Gelege eifrig mit den Fühlern. Dieses Interesse für die Eier kann man bis zum Tode der Weibchen fortwährend beobachten.

Die Eier werden in einer Reihe abgelegt, eines hinter dem andern. Der Zwischenraum beträgt bis $^1/_6$ der Eilänge (Ratzeburg hat dies als Regel angenommen). Oder die Eier liegen dichter aufeinander, so daß sie sich berühren, ja sogar etwas übereinandergeschoben erscheinen. Dies steht mit der Größe der Weibchen im Zusammenhang: Bei kleineren Weibchen liegen die Eier viel dichter aneinander als bei größeren. Im ersteren Fall haben die Eier schon von Anfang an eine von der normalen Form abweichende Gestalt. Die abgelegten Eier sind nierenförmig oder sind schon von Anfang an mehr oder weniger gedrückt. Der hintere Pol des Eies zeigt nach der Nadelspitze. Die Eier liegen in der Regel horizontal, manchmal ist der vordere Pol etwas gegen die Nadel geneigt, so daß beim Größerwerden des Eies sich dieser Pol etwas unter den hinteren Pol des davorliegenden Eies schiebt.

Entwicklung des Eies.

Gleich nach der Eiablage sind die Eier vollständig in dem Eischlitz eingebettet; die Ränder desselben sind geschlossen, so daß vom Ei nichts zu sehen ist. Nur der beigegebene Kitt ist außerhalb des Schlitzes noch deutlich an der Nadel zu erkennen. Gegen das Ende der Eientwicklung öffnen sich die Ränder des Schlitzes und dann sieht man die Eier dicht hintereinander in demselben liegen. Jetzt zeigt sich die Lage der Eier ganz anders als zur Zeit des Ablegens. Waren damals die Eier schön aneinandergereiht, so haben sie jetzt ihre Stellung und Lage verändert. Sie sind zum größten Teil ineinander geschoben oder sie stehen fast aufrecht

oder wenigstens nach oben geneigt und die ganze Eiablage zeigt ein ziemlich unregelmäßiges Bild.

Aber nicht nur die Lage der Eier ist verändert, sondern auch die Eier selbst haben eine ganz andere Form angenommen. Sie sind nun entweder fast zylindrisch, gegen die Mitte etwas eingezogen und der Kopf leicht nach unten und vorne angedeutet. Das Kopfteil des Eies liegt meist unter dem Hinterteil des vorhergehenden Eies. Diese Form und Lage war am häufigsten zu finden (Abb. 2 a u. b). Aber auch von dieser Gestalt abweichende Eier sind nicht selten. Entweder sind sie dann etwas in die Länge gezogen, Kopfseite abgerundet (Abb. 2 c) oder sie haben eine schlanke, länglich ausgezogene Form mit verjüngtem Kopfteil angenommen (Abb. 2 d).

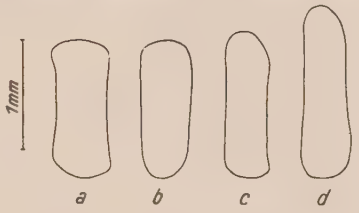


Abb. 2.
Verschiedene Eiformen von *Lophyrus pini* L. aus den Eigelegen entnommen.

Das Wachstum der Eier ist in folgender Tabelle veranschaulicht.

Tabelle IV.

Eiablage am 10. 3.	Masse der Eier $\left(\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}\right)$ in mm am		
	18. 3.	21. 3.	23. 3.
A	$\frac{1,428}{0,544}$	$\frac{1,564}{0,680}$	$\frac{1,598}{0,782}$
B	$\frac{1.428}{0,646}$	$\frac{1,496}{0,748}$	$\frac{1,598}{0,748}$
C	$\frac{1,530}{0,578}$	$\frac{1,530}{0,680}$	$\frac{1,632}{0,724}$
D	$\frac{1,394}{0.646}$	$\frac{1,462}{0,680}$	$\frac{1.666}{0,680}$

Aus dieser Tabelle sehen wir, daß die Eier an Länge und Breite zunehmen und zwar fast immer mehr in die Breite als in die Länge wachsen. Dies kann oft soweit gehen, daß ein Ei fast so dick als lang ist (Müller).

Das Wachstum geschieht durch Wasseraufnahme, die wahrscheinlich von der Nadel her erfolgt. Das ist jedenfalls der Grund, warum man *Lophyrus pini*-Eier nur auf frischen Nadeln züchten kann. Wenn die Nadeln austrocknen, sterben auch die Eier ab. Man kann auch Eier, die man von der Nadel entfernt hat, auf Filtrierpapier züchten, wenn man es entsprechend feucht hält.

Einen Tag nach der Ablage bekommt das Ei eine weiße undurchsichtige Stelle und zwar zuerst am unteren Teil. Mit der Zeit vergrößert sich dieselbe, bis sie schließlich das ganze Ei einnimmt. Das Ei wird dann härter. Es bildet sich in der mittleren Region des Eies ein gelblich grüner heller Ring, das übrige Ei bleibt aber weiß. Es ist dies nichts anderes als der Thorax der Larve, der anfängt sich zu färben. Dann sieht man allmählich die Augen und die Mandibeln durchscheinen. Allmählich scheint dann die ganze Larve in ihrer schmutzig grauen Farbe immer deutlicher durch. Müller hat ebenfalls das Sichtbarwerden der Augen bemerkt. Er schreibt jedoch, daß die Larven „mit dem sich bildenden Kopf stets nach der Spitze (der Nadel) zielen", was jedoch nach meinen Beobachtungen nicht stimmt, denn alle Larven haben ihren Kopf nach der Insertionsstelle der Nadel gerichtet. Ein Beweis dafür ist die Tatsache, daß der Kopf des Embryos sich am Ende des Eies bildet, an

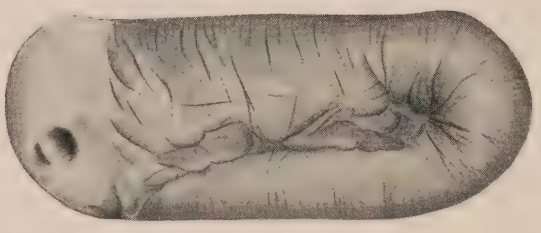


Abb. 3. Embryo von *Lophyrus pini* L. kurz vor dem Auskriechen.

dem das Ei mit den Nährzellen in Berührung steht (Berlese I, 944), folglich am Vorderende des Eies. Nun ist aber bei *Lophyrus pini* das Vorderende des Eies immer gegen die Insertionsstelle der Nadel gerichtet, wie ich oben schon erwähnt habe.

Schon von dem Zeitpunkt an, wo die Augen schwach gefärbt erscheinen, konnte ich beim Embryo Bewegungen des Kopfes bemerken. Wenn der Embryo die für die Larve charakteristische Farbe bekommen hat, kann man auch das Herz schlagen sehen. Bei einem Embryo konnte ich 38 Schläge in der Minute, bei einem andern 30 Schläge zählen. Jetzt kann man auch Bewegungen der Larve deutlich sehen. Die Lage der Larve im Ei ist folgendermaßen: Die hinteren Abdominalsegmente biegen sich kurz nach den Thorakalsegmenten im Winkel von 180 Grad herum und kommen auf diese Weise unter diese zu liegen, sodaß die Beine zwischen Brust- und hinteren Bauchsegmenten sind. Der Kopf nimmt die ganze Breite des 1. Segmentes ein (Abb. 3).

In der folgenden Tabelle gebe ich 2 Beispiele von der Entwicklung der Eier, die die verschiedenen Embryonalstadien fortlaufend erkennen lassen.

Tabelle V.

Beispiel	Datum	Bezeichnung des Entwicklungsstadiums	Temperatur ° C
I.	9. 4. 29	Eiablage	
Entwicklung	17. 4. 29	Embryo gelblichgrün, hell	
in 19 Tagen	20. 4. 29	Augen braun	
	23. 4. 29	Körper gut sichtbar mit charakteristischer Farbe	Absolut Max. 29°
	28. 4. 29	Schlüpfen der Larve	Min. 15°
			Im Mittel Max. 25,8°
II.	10. 4. 29	Eiablage	Min. 19,2°
Entwicklung	23. 4. 29	Die Augen teilweise gefärbt	Durchschnittl. 21,5°
in 18 Tagen	25. 4. 29	Die Augen erreichen die braune Farbe. Man sieht die Bewegungen des Kopfes und den Herzschlag	
	28. 4. 29	Schlüpfen der Larve	

Die nächste Tabelle zeigt die Entwicklungsdauer von verschiedenen Reihen von Eiern in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur.

Tabelle VI.

Art der Eier	Abgelegt am	Ausgeschlüpft am	Entwicklungsdauer	Temperatur ° C absolut		Temperatur ° C im Mittel		Durchschnitt
			Tage	Max.	Min.	Max.	Min.	
Befruchtet . .	9. 3. 29	28. 3. 29	19	28	12	25,1	18,7	21,9
Befruchtet . .	2. u. 3. 4. 29	21. u. 22. 4. 29	19	29	10	25,0	18,0	21,0
Befruchtet . .	26. u. 27. 5. 29	7. u. 8. 6. 29	12	—	—	25.0	22,0	23,5
Unbefruchtet .	23. 3. 29	15. 4. 29	23	27	10	23,8	17,0	20,4
Unbefruchtet .	12. 4. 29	30. 4. 29	18	29	16	26,2	19,7	22,9
Unbefruchtet .	7. 4. 29	28. 4. 29	21	25	13	—	—	—
Unbefruchtet .	18. u. 19. 7. 29	29. 7. 29	11	—	—	32,0	23,0	27.5

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die Entwicklungsdauer von der Temperatur deutlich abhängig ist. Um dies noch besser zu zeigen, habe ich von einer bei Zimmertemperatur am 10. IV. abgelegten Serie von Eiern in 2 Gruppen geteilt: Die eine Gruppe von Eiern ließ ich in dem warmen Zimmer (Temperatur 16°—28° C), die andere stellte ich in ein kaltes Zimmer mit den mittleren Temperaturen von 13°—15°. Von den (im warmen Zimmer gezüchteten Eiern schlüpften die Larven nach 19 Tagen (am 28. IV.), im kalten Zimmer nach 29 Tagen (am 8. V.). Die Entwicklungsdauer schwankt nach meinen Beobachtungen zwischen 11 und 30 Tagen. Es ist auch möglich, daß die Entwicklung in einer kürzeren Zeit als 11 Tagen vonstatten gehen kann, wenn die Temperatur

25°—30° übersteigt bezw. länger als 30 Tage bei niedrigeren Temperaturen als 13°.

Es besteht kein Unterschied in der Entwicklung zwischen befruchteten Eiern und parthenogenetisch abgelegten Eiern. Die von einem und demselben Weibchen ohne Unterbrechung auf einer Nadel abgelegten Eier schlüpfen für gewöhnlich zur gleichen Zeit aus. Abweichungen davon können vorkommen; ich beobachtete extreme Fälle, wo vom Erscheinen der 1. Larve bis zum Auskriechen der letzten 2 Tage vergingen.

Das Schlüpfen der Larve.

Schon einige Tage vor dem Schlüpfen bemerkt man Bewegungen der Larve im Ei. Durch diese Bewegungen, die aber nicht dauernd, sondern nur von Zeit zu Zeit zu beobachten sind, macht sich die Larve in der Mitte der oberen Eischale und zwar gegen das Kopfende der Larve

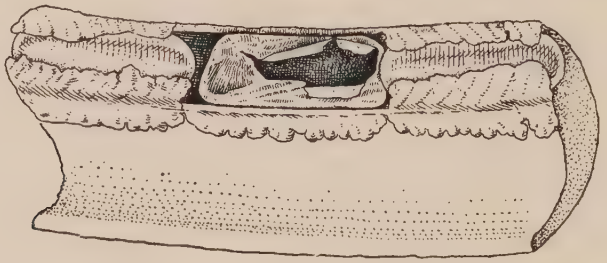


Abb. 4. Von der Larve verlassene Eischale.

(Abb. 4) einen länglichen Spalt. In dem Moment, in dem das Chorion platzt, schnellt der Thorax der Larve hervor, zugleich tritt eine kleinere Menge Flüssigkeit aus, die sehr rasch verschwindet. Wahrscheinlich wird dieselbe von dem Gewebe der Nadel aufgesaugt. Dieses Vorschnellen des Thorax und das Austreten der Flüssigkeit kann man auch dann sehr gut beobachten, wenn man die Eischale mit einer Nadel künstlich öffnet. Infolge der immer kräftiger werdenden Bewegungen der Larve wird nun der Spalt immer länger und breiter, wodurch die Bewegungen immer deutlicher sichtbar werden. Endlich ist der Spalt so groß, daß auch der Kopf der Larve heraustreten kann. Die Bewegungen entstehen durch ständig wiederholte Pulsation der ganzen Körperflüssigkeit: einmal sammelt sich die ganze Flüssigkeit im Abdomen, der Kopf und Thorax sind dann stark verkleinert, dann schießt die ganze Flüssigkeit nach vorne, Kopf und Thorax blähen sich auf, und dadurch gelingt es der Larve, das Chorion zu brechen. Eine von mir beobachtete Larve benötigte eine Zeit von 50 Minuten, um Thorax und Kopf aus der Eischale herauszuarbeiten. In dieser halbgeschlüpften Stellung bleibt die Larve einige Zeit (in dem von mir beobachteten Fall 20 Minuten). Während dieser Zeit vollführt

die Larve mit ihrem befreiten Vorderteil Bewegungen nach allen Richtungen. Am Anfang sind die Beine noch nicht orientiert; später strecken sich dieselben und die Beine fangen an tastende Bewegungen auf der Nadel zu machen. Schließlich fängt die Larve an zu kriechen und zieht nun den Rest des Körpers aus der Eischale.

Die Larve.

Die meisten Autoren legten ihr Hauptgewicht auf die Beschreibung des letzten Larven-Stadiums mit seiner Semikolonzeichnung. Der erste, der eine bessere Beschreibung aller Stadien gibt, ist Fintelmann, der gegenüber der großen Zahl der Varietäten der Lophyren-Larven, die Grundcharaktere zu geben sucht, um eine Bestimmung der Larven zu ermöglichen. Hartig gibt ebenfalls eine ausführliche Beschreibung der erwachsenen Larve, er legt dabei mehr Wert auf die Morphologie. Ähnlich wie Fintelmann beschreibt Scheidter die Larven, doch berücksichtigt dieser mehr die einzelnen Stadien in ihrer äußeren Erscheinung.

Im folgenden sei eine morphologische Beschreibung der Larve gegeben, zuerst ihre allgemeine Form, Farbe und die innere Anatomie.

Allgemeine Form.

Wie alle Larven der Lophyrinen zeigt sich die erwachsene Larve mehr oder weniger zylindrisch geformt, jedoch vom Thorax gegen das hintere Segment sich etwas verjüngend. Der Kopf ist gegenüber dem

Abb. 5. Erwachsene Larve von *Lophyrus pini* L. *a* von Oben, *b* von der Seite, *c* von Unten.

Thorax klein. Letzterer ist mehr oder weniger über den Kopf gezogen zum Unterschied von dem 1. Stadium, bei welchem dies nicht der Fall ist; infolgedessen erscheint hier der Kopf größer und der Körper weist eine konische Form auf (Abb. 5 u. 6).

Die Haut des Körpers zeigt sehr viele ringförmige Falten, die in einer bestimmten Reihenfolge geordnet sind. Wir finden diese Falten an den Thorakalsegmenten sowohl als auch an den Abdominalsegmenten auf der Dorsalseite wie auch ventral. Die Pleuralregionen sind mit verschiedenen Warzen besetzt. Das Tegumentum in KOH präpariert, zeigt auf den Seitenteilen eine noch größere Zahl von Falten, so daß es unmöglich wird, eine Abgrenzung der Pleuriten von den Sterniten und Tergiten zu machen. Um die verschiedenen sichtbaren Regionen trotzdem erkennen zu können, habe ich ein Schema (Abb. 15) gemacht. Dieses zeigt die Faltungen der Haut.

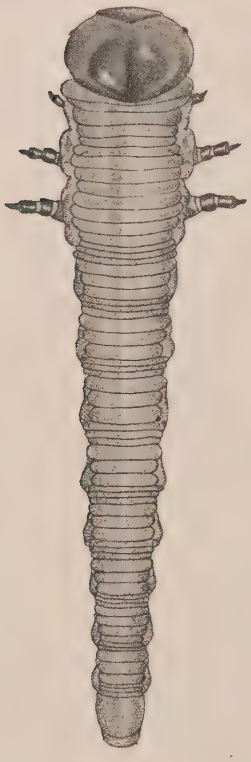


Abb. 6.
Larve des 1. Stadiums.

Wenn wir eine Larve des 1. Stadiums von oben betrachten, so sind die Thorakalfüße gut zu sehen, da sie über den Körper herausragen. Bei den älteren Stadien dagegen ist bei der gleichen Betrachtung dies nicht der Fall, da die Brustbeine im Verhältnis zu den Segmenten bedeutend kleiner sind. Das Tegument, mit Ausnahme des Kopfes und der Glieder der Thorakalfüße, ist überall gleichmäßig schwach chitinisiert, es zeigt außerdem noch Sinnesorgane und kleine tegumentäre Bildungen, die durch ihre große Ansammlung die charakteristischen „Flecken" der Larven-Varietäten bilden.

Im folgenden werden nun zuerst die fressenden Stadien der Larve beschrieben, dann das Einspinnstadium, um die verschiedenen morphologischen Unterschiede zu zeigen.

Der Kopf. Stark abgeplattet in sagitaler Richtung mit den beiden Frontal- und Occipitalflächen parallel gerichtet, schwach oval, am Scheitel breiter als unten (Abb. 7). Der Schädel hat die Form einer Kalotte, ventralplan geschnitten, parallel mit der Längsachse des Körpers. Es wird dadurch eine Region abgegrenzt, an der die Mundwerkzeuge gelegen sind. Die frontale Region ist schwach gewölbt, die hintere ist flach, senkrecht stehend und bildet die occipitale Region, die das occipitale Loch umgibt. Dieses Loch ist von der Mundöffnung durch eine Brücke getrennt, die ein inneres Skelett bildet. Dieses verbreitert sich bis zur Breite der Unterlippe; infolgedessen ist die Unterlippe durch eine Membran mit dem Sternit des Prothorax direkt in Verbindung. Das Cranium ist gut chitinisiert im Gegensatz zu dem übrigen Körper, trotzdem aber verhältnismäßig schwach, da es sich sehr leicht platt drücken läßt. Es zeigt an verschiedenen Stellen Nähte. Dorsal uud medial vom Occipitailoch beginnend bis zur Mitte der Frontalseite zieht sich die Sutura metopica

(„Schädelnaht," Hartig) hin, die mit den beiden Suturae praefronte-antennale („Seitenränder des Kopfschildes," Hartig) bis zur Basis der Oberlippe weiterläuft. Die 3 angeführten Nähte sind Hauptnähte, da sich an diesen Stellen bei der Häutung der Schädel spaltet. Auch teilen sie das Cranium in 3 Hauptregionen: eine mediane, bestehend aus Praefrons (Kopfschild) mit dem Clypeus und der Oberlippe, und zwei symmetrische Regionen des Epicraniums (Schädelhälften) mit Postfrons, Vertex, Genae und Occiput.

Die mediane Region. — Die Praefrons ist einem Siebeneck ähnlich mit chitinösen Seiten, nach vorn schwächer chitinisiert und mit vielen Borsten versehen (Abb. 9b), die unregelmäßig median und lateral verteilt sind.[1]) Der Clypeus (von Hartig als Oberlippe gewertet) hat

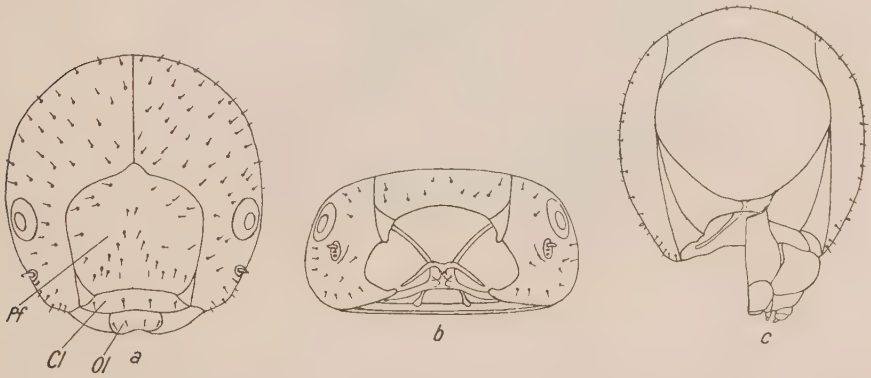


Abb. 7. Kopf der Larve von *Lophyrus pini* L. *a* von Vorne, *b* von Unten ohne Mundteile, *c* von Hinten.

trapezoide Form, ist seitlich verlängert und bildet mit der dreieckigen Region die vordere Angel für die Mandibel. Er hat 4 Sinnesborsten, welche symmetrisch angeordnet sind (Abb. 10a).

Die lateralen Regionen. — Die beiden lateralen Regionen des Epicraniums sind symmetrisch, deshalb ist hier nur eine beschrieben. Die Region weist gut entwickelte Nähte auf, wodurch sich bestimmte Teile unterscheiden lassen. Das Occipitalloch ist mit einer starken Randnaht versehen, die an der unteren Seite sich mit den Tentorium vereint. Eine zweite Naht beginnt am Rand des Occipitalloches, zwischen Genae und Vertex, geht bis nahe zum Vertex, wo sie verschwindet. Zusammen mit der gleichen Naht der anderen Kopfhälfte bilden sie zwei mehr oder weniger konvergente Linien, ohne sich aber zu vereinen. Eine dritte Naht, die von der Sutura praefronte-antennalis beginnt, und gegen die Mandibula führt, bildet 2 dreieckige Felder auf beiden Seiten der Praefrons,

[1]) Da eine sichere Diagnose der verschiedenen Hautsinnesorgane, wie „Sinneshaare, Sinnesborsten, Sinneszapfen, Tastzäpfchen, Grubenkegel", nur durch histologische Methoden möglich ist, haben die Namen, die ich bei verschiedenen Regionen gebe, nur relativen Wert. Zur besseren Erläuterung ist für jede Kategorie eine Zeichnung beigegeben (Abb. 9).

zwei stark chitinisierte Flächen, wo die beiden sekundären Äste des Tentoriums inserieren. Diese Naht verlängert sich nachher bis zur hinteren Angel der Mandibel, die Kante des Craniums gegenüber den Mandibeln bildend. Von der hinteren Insertionsstelle der Mandibeln, der Maxille entlang, zieht sich ebenfalls eine Naht, die sich nachher in dem Tentorium fortsetzt. Eine fünfte Naht beginnt an der hinteren Angel der Mandibel,

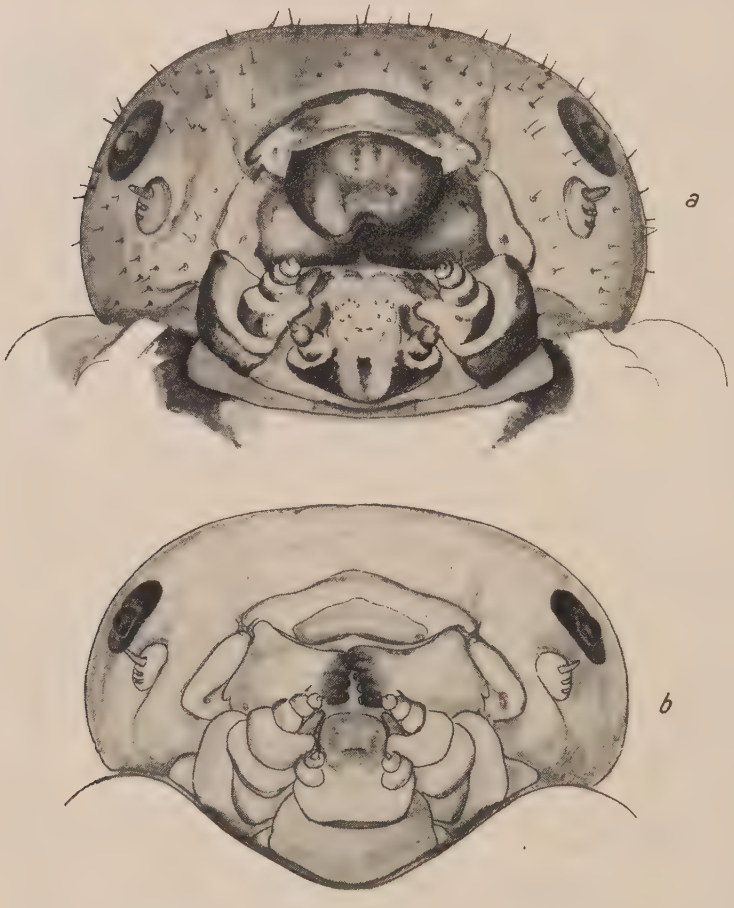


Abb. 8. Kopf der Larve von *Lophyrus pini* L. *a* Freßstadium, *b* Einspinnstadium.

geht bis zum Occipitalloch auf der Kante, die von der lateralen und hinteren Fläche des Craniums gebildet wird. Es existiert noch eine kleine Naht, in Form einer kleiner Vertiefung, die neben der Antenne zwischen dieser und der Mandibel sichtbar ist. Lateral und oberhalb der Antenne befindet sich ein Ocularsclerit, der das Auge umgibt. Er ist stark chitinisiert, von dunkelbrauner Farbe, beinahe kreisrund. Das Auge liegt exzentrisch (posterior). Der Sclerit zeigt anterior zahlreiche Sinnesorgane. Auf der ganzen lateralen Fläche des Craniums befinden sich Sinnesborsten, besonders

aber vor dem Auge und dem Fühler, weniger zahlreich auf dem postfrontalen Teil. Diese Sinnesborsten sind ganz ähnlich wie die auf der Oberlippe und dem Clypeus. Auf der hinteren Fläche befinden sich keine Sinnesborsten.

Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Cranium, das sich auf die fressende Larve bezieht, zeigt die Einspinnlarve größere Mannigfaltigkeit, die dem Kopfe ein anderes Aussehen verleiht. Das Cranium ist noch mehr abgeplattet, so daß die frontale und laterale Region nicht mehr gewölbt ist. Infolgedessen liegen die Augen mehr vorne. Durch die größere Ausbildung der Mundwerkzeugplatte ist die Basis der Mandibeln nach oben und außen geschoben (Abb. 8).

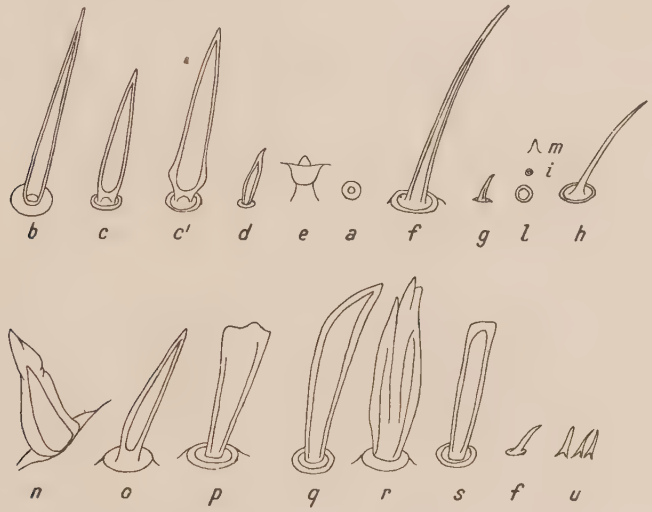


Abb. 9. Sinnesorgane der Larve. (Erläuterung im Text.)

Das Endoskelett des Craniums besteht aus einer Brücke, die vom Occipitalloch zum Schlundloch führt, und von welcher verschiedene Äste abzweigen (Abb. 7 b, c). Diese Brücke entsteht durch eine Verwachsung von zwei Einstülpungen des Teguments des Craniums. Bei frisch gehäuteten Larven ist das besonders gut sichtbar, da das Tentorium der alten Haut an dieser Stelle einen Tubus hinterläßt, der durch Abflachung und Zusammenwachsen der Wände ein neues Tentorium bildet. Außer der Brücke finden wir noch zwei dünne Äste, die an der medianen Linie der Basis des Tentoriums beginnen und bis in die chitinöse dreieckige Region reichen. Sie sind gut chitinisiert wie das Tentorium und bilden durch ihre Vereinigung mit demselben eine kleine Fläche, senkrecht auf ihr stehend. Das Tentorium und diese 2 Äste bilden das eigentliche Endoskelett. Von der Vereinigung der Äste gehen nach vorn noch 2 weitere Äste, die sehr schwach chitinisiert sind. Diese sind nicht mit dem Cranium verbunden und erscheinen mehr als Muskelsehnen. Hinten auf dem Tentorium ent-

springen 2 andere Äste, die kochlöffelartig verbreitert sind und die dem Ansatz der Muskulatur der Mundwerkzeugplatte dienen.

Der Mund. — Auf der unteren Seite des Craniums gelegen, senkrecht zur Längsachse des Körpers. Die Mundwerkzeuge befinden sich am Rand der Mundöffnung des Craniums, nur die Unterlippe ist nicht an dem Cranium inseriert, wie bereits früher erwähnt.

Die Oberlippe. — („Appendiculum", Hartig nach Kirby.) Distalwärts halbkreisförmig, wo sie eine kräftige mediane runde Kerbe zeigt (Abb. 10 a, b). Proximal ist die Oberlippe gerade. Am Rande der clypeolabralen Sutur zeigt die Oberlippe zwei Verlängerungen, die im Inneren des Kopfes verlaufen und die als Insertion für die Muskulatur der Oberlippe dienen. Die Oberlippe ist asymmetrisch gebaut, der linke Lobus ist kleiner als der rechte und in normaler Lage etwas nach oben gehoben. Dies ist durch die linke Mandibel verursacht, die immer mehr außen sitzt, weil sie stets über der rechten Mandibel liegt. Die Oberlippe ist nach

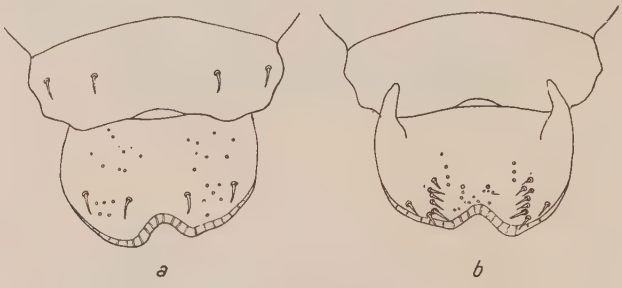


Abb. 10. Oberlippe. *a* von Außen, *b* von Innen.

außen gewölbt, besonders in der Mitte. An den Rändern und Seiten ist dieselbe stärker chitinisiert als im übrigen. Die untere Fläche der Oberlippe bildet eine Membran, die auf den Lippenrändern inseriert und sich mit dem Pharynx verlängert. Diese Membran weist 2 chitinisierte Regionen auf, die von den Rändern der Lippe beiderseits der Kerbe gegen den inneren Rand des Mundes verlaufen.

Die Sinnesorgane der Oberlippe sind sowohl auf der oberen Fläche auf den Rändern als auch auf der inneren Membran. Auf der oberen Fläche sind immer 4 lange, dünne Sinnesborsten (Abb. 9 b) vorhanden, auf einer transversalen Linie stehend bei gleicher Distanz. Außerdem weist die obere Fläche und der Innenrand Grubenkegel auf, die wie weiße Pünktchen scheinen (Abb. 9 a). Auf dem vorderen Rand sind feine Kanäle sichtbar, die die sehr chitinöse Region durchlaufen und nach außen kleine konische Grubenkegel aufweisen (Abb. 9 e). Auf der inneren Membran der Oberlippe befindet sich auf dem inneren Rand der beiden chitinösen Regionen je eine Reihe von abgeplatteten Sinnesborsten (Abb. 9 c, c′, d, r, s). In der Regel sind auf der linken Seite 6 und auf der rechten Seite 7 Sinnesborsten, von denen die 2. immer am größten ist und beim V. und

VI. Stadium einen großen Auswuchs zeigt. Sie haben eine konische Form, aber abgeplattet, so daß sie wie kleine Lamellen aussehen. Zwischen den 2 Reihen der Sinnesborsten sind kleine Gruben, ebenso neben jeder Sinnesborstenreihe je 3 größere Gruben.

Die Mandibeln haben eine annähernd quadratische Form. Wir können zwei Abschnitte feststellen, einen Mandibelteil und den Abschnitt der Zähne (Abb. 11 c, c', d, d'). Der Mandibelteil ist stark chitinisiert, besonders an den vorderen und hinteren Kanten. An der Insertionsseite der Mandibeln befinden sich zwei Gelenkfortsätze und zwei Sehnen der Mandibularmuskeln. Der zweite Abschnitt ist auch kräftig chitinisiert; er trägt die Zähne, die dreieckig geformt sind und mehr oder weniger abgeplatteten Pyramiden gleichen; ihre Kante ist nach innen stark entwickelt. Besonders kräftig ist die Kante des letzten Zahnes (posterior) chitinisiert. Er verlängert sich wulstartig nach vorn und trennt auf diese Weise den Zahnabschnitt vom Mandibelteil. Die Kanten der Zähne haben eine konkave Form, die Konkavität nach vorn gerichtet, was dem Zahn die gleiche Richtung gibt. Die vorderen Zähne sind etwas mehr abgeplattet, so daß der Zahn eine lamelläre Form annimmt, die zum Schneiden dient. Die hinteren Zähne nehmen allmählich pyramidale Form an und werden kleiner. Die chitinöse Seite der Vorderzähne, besonders nahe am Wulst, zeigt feine Kanäle. Je kleiner der Zahn wird, desto stärker ist er dann chitinisiert. Nach dem eben geschilderten Bau der Zähne ergibt sich, daß die ersten Zähne die Kiefernnadeln glatt durchschneiden, während die hinteren diese mehr zerreißen. Die vordere und die hintere Kante der Mandibel zeigen einen kleinen Einschnitt. Die linke Mandibel besitzt 5 Zähne, die rechte nur 4. Die Folge ist, daß die rechten Zähne breiter und weniger nach außen gerichtet sind als die linken. Hartig schreibt, daß der Seitenrand der Mandibeln 3—4 mal unregelmäßig eingekerbt ist, so daß daraus eine

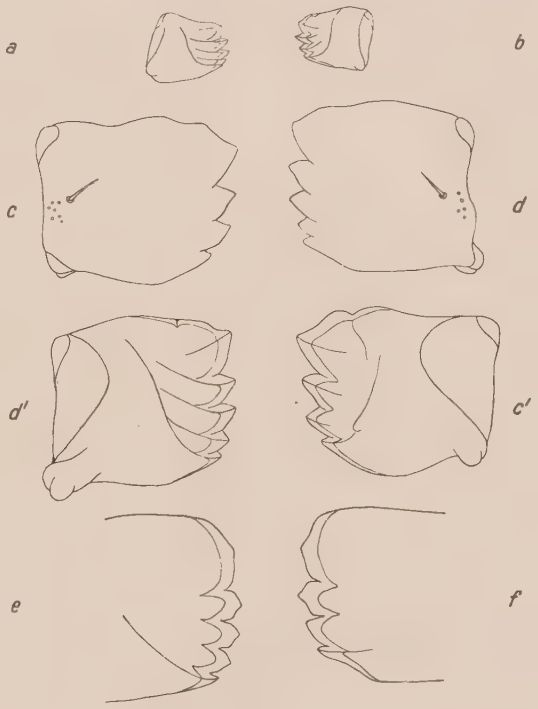


Abb. 11. Mandibeln der Larve.
a u. *b* 1. Stadium; *c*, *c'* u. *d*, *d'* Freßstadium; *e*, *f* Einspinnstadium.

doppelte unregelmäßige Zahnung hervorgeht. Dies trifft nach obiger Feststellung nicht zu. Ein weiterer Unterschied zwischen der rechten und linken Mandibel besteht darin, daß der Wulst der rechten Mandibel bis zur Sehne reicht und etwa in der Mitte einen stark chitinisierten kleinen, aber deutlichen Zahn trägt, der ebenfalls wie die anderen Zähne von feinen Kanälen, in diesem Fall 3, durchzogen ist. Die linke Mandibel dagegen ist ohne dieses Merkmal. Dieser erwähnte Zahn der rechten Mandibel erscheint erst im letzten Freßstadium und fehlt bei den früheren, doch finden wir bei diesen bereits Andeutungen durch das Vorhandensein der Kanäle.

Bei den jungen Stadien zeigen die Mandibeln allgemein dieselbe Form, doch finden wir einige kleine Abweichungen. Bei den kleinen Raupen haben die Zähne die Form einer verlängerten Pyramide (Abb. 11 a, b); diese wird bei den späteren Stadien allmählich breiter, so daß sie schließlich beim letzten Freßstadium einem gleichschenkeligen Dreieck gleicht, welches abgeplattet ist und verbreiterte Kanten besitzt (Abb. 11 e, f).

Die Sinnesorgane bestehen in einem Sinneshaar (Abb. 9 c u. d) und mehreren Sinnesgruben, die auf der Außenseite der Mandibeln in der Nähe der Insertion derselben sich befinden.

Die Mundplatte (Labialplatte) wird von den beiden Maxillen und dem Labium gebildet, die, obwohl sie getrennt sind, in ihrer Bewegung ein einheitliches Ganzes darstellen.

Die Maxille (Abb. 12) ist aus Cardo und Stipes gebildet; auf letzterem befinden sich der Maxillarpalpus und die 2 Laden (Lobus externus und internus). Cardo und Stipes bilden zusammen einen umgekehrten Kegelstumpf, der jedoch äußerlich nur teilweise sichtbar ist. Die Cardo besteht aus 2 chitinisierten Stücken, einem größeren dreieckigen, das sich mit seiner Basis am Stipes anlehnt, und einem anderen, welches auf seinem äußeren Rand etwas kleiner und oval verlängert ist. Der Stipes ist nur an der äußeren Seite chitinisiert, an der Innenseite, der Seite des Labiums, ist ein kräftig chitinisierter Rand, der mit einem Gelenk für die innere Lade endigt. Der Palpus maxillaris besteht aus dem eigentlichen Palpus und dem Palparium maxillare. Das Palparium maxillare hat die Form eines runden Sockels, ist nur an der Außenseite chitinisiert und gegen die innere Seite stark hervorgetrieben und membranös. Der Palpus maxillaris ist 4 gliedrig. Die ersten drei Glieder sind ringförmig, mehr breit wie hoch, und nehmen nach oben an Größe ab. Das vierte oberste Glied dagegen ist kegelförmig. Das erste Glied ist nur einseitig außen chitinisiert, während das zweite in der unteren Hälfte ringsum, das dritte und vierte Glied jedoch ganz chitinisiert sind. Der Lobus externus ist kegelförmig, an der Spitze etwas nach innen gebogen und ähnlich dem Lobus internus etwa 2 mal so lang als breit und ganz chitinisiert. Der Lobus internus hat die Form eines dreieckigen Pyramidenstumpfes, der sich an die stark chitinisierte Kante des Stipes anlehnt. Die äußeren Kanten sind stark, die Flächen dagegen schwach chitinisiert.

Die Sinnesorgane der Maxillen: Am Cardo finden wir keinerlei Sinnesorgane, der Stipes dagegen hat an seinem chitinösen Teil 2 Sinneshaare (Abb. 9 h) und an der äußeren Seite einige wenige Sinnesgruben (Abb. 9 i). Das Palparium maxillare besitzt 2 Sinneshaare, wie in Abb. 9 h gezeigt, und mehrere andere wie Abb. 9 l. Auf dem Distalrand sehen wir einige Sinnesgruben. In der gleichen Weise ist das erste und zweite Glied des Maxillarpalpus mit Sinnesgruben besetzt; das zweite Glied trägt außerdem noch eine große Sinnesborste nach dem Typus Abb. 9 f. Auch das dritte Glied hat dieselben Sinnesgruben, aber außerdem noch 3—4 Sinneshaare nach Abb. 9 g. Das vierte Glied besitzt nur kleine Sinnesgruben nach Abb. 9 i. An der chitinösen Kante des Stipes sehen wir ebenfalls ein

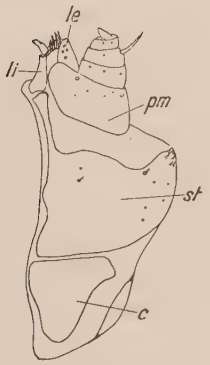


Abb. 12. Maxille der Larve.
c Cardo; *st* Stipes; *pm* Palpus maxillaris
li Lobus internus; *le* Lobus externus.

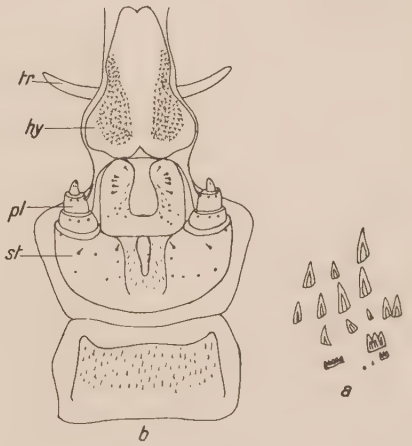


Abb. 13. *b* Labium mit Hypopharynx der Larve.
a Stacheln vergrößert. *st* Stipes; *pl* palpus labialis:
tr Trabekel; *hy* Hypopharynx.

kleines Sinneshaar. Auch der Lobus internus hat einige Sinnesborsten, So sitzt eine sehr große Borste, die kegelförmig und geknickt ist, am obersten Rand derselben (Abb. 9 n). Sieben kleinere Borsten, die der Reihe nach niedriger werden, und deren Ende mehr oder weniger abgeflacht ist, sind an derselben Kante (Abb. 9 o, p, q, r, s). Beim Lobus externus finden wir mehrere Sinnesgruben, wie Abb. 9 i zeigt. Diese sitzen unten vereinzelt, gegen die Spitze jedoch nehmen sie zahlenmäßig zu.

Das Labium. — Das Submentum ist rechteckig geformt und nach außen gewölbt, an der distalen Seite stärker chitinisiert. Auf der ganzen Fläche sind einige wenige Sinnesgruben (4—5) (Abb. 9 l u. i), außerdem ist diese durchgehend mit spitzen Stacheln besetzt. Das Mentum mit seinen Anhängen hat eine halbkugelige Form. An den Seiten sitzen die zwei Labialpalpen und zwischen diesen sind 2 flache Wölbungen, die sich nach innen verlängern. Zwischen diesen beiden sehen wir eine kleine Furche, an deren äußerem Ende die Öffnung der Spinndrüse sitzt. Diese Wölbungen

entstehen wahrscheinlich durch Vereinigung von Lobus externus und internus, da man auf jeder Wölbung Sinnesgruben nach Abb. 9 i, und im hinteren Teil Sinnesborsten nach Abb. 9 t, in verschiedener Zahl (5—7) findet, die an die Sinnesborsten vom Lobus internus der Maxillen erinnern. Die Seitenränder des Mentum und der hintere Rand sind stark chitinisiert. Die Seitenränder, an welchen wir 2 Sinneshaare nach Abb. 9 h und mehrere Sinnesgruben (Abb. 9 i u. l) finden, dienen zugleich als Sockel für die Labialpalpen. Die Labialpalpen bestehen aus 3 Gliedern, von denen das 1. und 2. zylindrisch geformt und ungefähr genau so hoch als breit ist, während das 3. Glied konische Gestalt hat. Das 1. Glied ist nur äußerlich, die anderen dagegen voll chitinisiert. An den Vorderrändern aller 3 Glieder sitzen mehrere Sinnesgruben (nach Abb. 9 l), und das 2. Glied trägt am oberen Innenrand eine Sinnesborste (nach Abb. 9 f).

Die Mundhöhle bildet den Eingang zum Darmkanal. Auf ihrer unteren Seite ist ein gut ausgebildeter Hypopharynx. Dieser ist nach außen gewölbt und ist von den Mandibeln und dem Labium durch Falten getrennt. Der Hypopharynx ist eine Membran, die durch eine mediane Falte in zwei längliche Regionen getrennt ist. Jede Region ist vorn breiter als hinten und weist lateral in der Mitte eine Einkerbung auf, vor welcher sich unter dem Hypopharynx eine Trabecula (Hartigs „Os hyoideum“ oder „Zungenbein“) befindet. Auf jeder der beiden Hälften zeigen sich 3 markante Flächen, eine vordere und äußere, eine hintere und eine mediane. Die ersten zwei Flächen sind chitinös, die mediane ist membranös und auf ihrer vorderen Partie mit Stacheln von kegeliger Form besetzt (Abb. 13). Diese Stacheln sind in konzentrischen Reihen geordnet, die äußeren mit der Spitze nach der Medianlinie des Mundes, die inneren nach hinten zeigend (Abb. 13).

Die oben beschriebene Mundplatte ist bei allen Freßstadien gleich. Nur bei den Sinnesorganen ergibt sich eine kleine Abweichung insofern, als die Borsten der Innenlade der Maxillen in jungen Stadien einfach kegelig erscheinen und die typischen Formen erst in späteren Stadien auftreten. Eine merkliche Abweichung in der Form der Mundteile finden wir nur im letzten, dem Einspinnstadium. So ist die Chitinisierung der Oberlippe durchgehend sehr schwach. Die Mandibeln sind stark modifiziert; der Zahnabschnitt ist abgeplattet und die Zähne sind nicht mehr pyramidal oder spitzig, sondern erscheinen wie Lamellen. Nur der letzte Zahn hat eine konische Form, doch ist seine Wulst vollkommen reduziert. Der auf dem Wulst sitzende kleine Zahn der rechten Mandibel ist ebenfalls verschwunden. Die Chitinisierung ist bis auf den Zahnabschnitt reduziert, die Mandibeln sind schräg gestellt, da die Insertionslinie sich nicht in der Längsrichtung derselben befindet, sondern zu den Mandibel schief gestellt ist (Abb. 11 e, f). Die Mundplatte ist in ihrem Bau unverändert, nur eine auffallend kräftige Entwicklung der Muskulatur ist festzustellen, außerdem ist die Mundplatte

stark nach vorn gedrückt. Die ganze Umwandlung war notwendig, weil diese Teile stark für die Spinntätigkeit beansprucht werden. Die Chitinisierung ist nur mehr schwach vorhanden.

Zum Schlusse der Beschreibung der Mundteile sei noch die folgende Tabelle gegeben, aus der über die Ausmaße der verschiedenen Organe des letzten Stadiums näheres zu ersehen ist.

Tabelle VII.

	mm		mm
Oberlippe	0,080	Lobus externus	0,036
Mandibel	0,144	Lobus internus	0,032
Maxille:		Labium:	
Gesamtlänge	0,234	Gesamtlänge	0,144
Cardo	0,054	Submentum	0,025
Stippes	0,117	Mentum	0,100
Palparium und Palpus	0,085	Palpus	0,043

Die Fühler. — Ungefähr in der Mitte zwischen den Augen und der Ansatzstelle der Mandibeln liegen die Fühler. Auf der chitinösen Kopfkapsel bemerken wir zunächst eine sehr faltenreiche membranöse, ovalgeformte Platte, inmitten derer 3 deutliche Antennenglieder festzustellen sind: Das erste tritt etwas aus der membranösen Umrahmung hervor, verlängert sich nach vorne in einen chitinösen Fortsatz, der eine Sinnesgrube trägt. Die Form des ersten Gliedes ist eine eingedrückte Ellipse. Auf dem Glied finden wir zwei größere nach innen gezackte Sinnesgruben; außer diesen sind noch zwei kleinere runde Sinnesgruben vorhanden. Genau wie das erste Fühlerglied ist auch das zweite beschaffen, doch fehlt diesem der chitinöse Fortsatz. Das dritte und größte Glied tritt deutlich aus dem Ganzen hervor, es hat eine gebogene kegelige Form und ist an der Oberfläche glatt, ohne jede Struktur. An der Spitze dieses Gliedes finden wir mehrere Sinnesgruben (Abb. 14).

Der Thorax. — Es ist nicht leicht, auf den ersten Blick die Grenzen der Thorakalsegmente festzustellen, da dieselben mehrere gleichmäßig an jedem Segment auftretende Falten aufweisen, die die einzelnen Abschnitte verwischen; und doch bilden gerade diese Falten und die abwechselnd vorkommenden Dornen ein gutes und sicheres Merkmal, die einzelnen Segmente zu trennen. Da sich zwischen den 3 Brustsegmenten fast gar keine Unterschiede zeigen, so genügt es, wenn diese gemeinsam beschrieben werden.

Die Segmente haben zylindrische Form mit überall gleichmäßig chitinisierter Haut. Auf der Dorsalseite derselben befinden sich jeweils 4 Falten, die am Meso- und Metathorax sehr gut sichtbar sind, am Prothorax dagegen sind nur die letzten zwei Falten leicht festzustellen, während die ersten zwei auf die Lateralseite gedrückt sind, da bei der Entwicklung

Meso- und Metathorax sich dem Kopf nähern und infolgedessen der vordere Teil des Prothorax zusammen- und etwas nach abwärts gedrückt wird. Diese 4 Falten sind wahrscheinlich homolog mit den von Berlese mit den Namen Acro-, Pro-, Meso- und Metatergit bezeichneten Abschnitten. Die erste (vorderste) Hautfalte ist die breiteste, dann folgt etwas schmäler die zweite, dann die dritte und vierte, die gleichheitlich wieder an Breite verlieren. Die ersten drei Falten auf jedem Segment haben ganz charakteristische Dornen (Sinnesorgane). Auf der Ventralseite hat jedes Segment 2 Falten, die deutlich getrennt sind und bis zu den Fußwurzeln reichen. Die vordere Falte können wir nach Berlese Acro- und Prosternit, die hintere dagegen als Meso- und Metasternit bezeichnen. An der Innenseite jeder Fußwurzel sehen wir eine halbmondförmige leichte Erhebung, desgleichen auch an der Außenseite der Fußwurzel. Die letztere ist jedoch

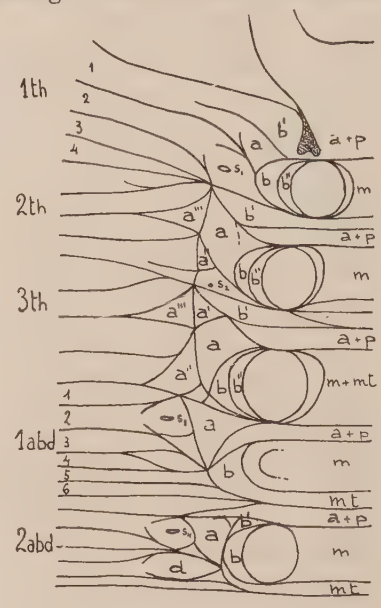


Abb. 15. Schema der Falten und Warzen. s_1, s_2, s_3 usw. = Stigmen. (Erläuterungen im Text.)

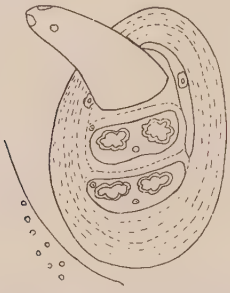


Abb. 14. Fühler der Larve.

größer und die Erhebung des Prothorax zeigt deutlich Dornen. Einen auffälligen Unterschied an der Ventralseite finden wir am Prothorax gegenüber den anderen Brustsegmenten. Die vordere Partie desselben ist mit dem Submentum verbunden und bildet eine einheitliche häutige Fläche. Zwischen den Füßen und dem Kopf haben sich seitlich zwei Wülste gebildet, die mäßig chitinisiert sind und vor den Füßen sich gabeln. An diesen Gabeln sitzen Sinnesborsten. Zwischen den Wülsten im Innern des Körpers finden wir zwei längere und kräftige fingerartige Fortsätze (Abb. 15). An den Seiten befinden sich größere warzenartige Gebilde, die teils drei-

eckige oder ovale Form haben. Am Prothorax vor dem Stigma sitzt eine solche Warze (Abb. 15 a), am Mesothorax dagegen finden wir eine größere (a) und zwei kleinere (a'', a'''). Die kräftigsten Warzen sitzen am Metathorax, die sich ebenfalls in eine größere (a) und drei kleinere (a', a'', a''') einteilen lassen. Die mit a bezeichneten größten Warzen tragen sämtlich die oben erwähnten Dornen. Außer den erwähnten Warzen finden wir noch solche weiter ventralseits, die ebenfalls mit Dornen besetzt sind (b). Unterhalb der b-Warzen in Verbindung mit dem oberen Teil der Beine und etwas seitlich gerückt, finden wir nochmals eine Warze, die wir mit b'' bezeichnen (ebenfalls mit Dornen). Das Stigma am Prothorax ist deutlich zu sehen, während das der Mittelbrust sehr reduziert und nur anatomisch festzustellen ist. Das 1. Stigma ist seitlich auf der zweiten Hautfalte, das 2. dagegen befindet sich mehr ventral am Ende des zweiten Segmentes.

Die 5gliedrigen Brustbeine haben eine ganz charakteristische Form (Abb. 16). Die ersten 2 Glieder stehen im rechten Winkel zum Körper der Larve, daß dritte Glied bildet mit diesen einen Winkel von ca. 120 Grad und die folgenden zwei Glieder setzen sich daran, im leichten Bogen nach hinten geschwungen. Mit den gebogenen 3 letzten Gliedern werden stets die Nadeln umfaßt, wozu die Form gut angepaßt ist. Die ersten 2 Glieder sind gegenüber den 3 Endgliedern sehr verschieden. So bildet das erste Glied einen halbmondförmigen Ring, der nur in der Mitte, durch eine dreieckige Fläche begrenzt, chitinisiert ist. Das zweite Glied ist mehr oder weniger zylindrisch, ganz chitinisiert, mit seitlich schräg aufwärts geschnittenem Oberteil. Die innere Schrägfläche inseriert an dem ersten Glied, während die äußere sich an die Warze b'' anlehnt. Die nächsten zwei Glieder, 3 und 4, sind zylindrisch, die distalen Enden etwas ververbreitert, am Außenteil chitinisiert, während die Innenseite membranös ist. Das letzte Glied ist konisch geformt, vollständig chitinisiert und trägt am unteren Ende eine einfache Klaue. Alle chitinisierten Teile der Beine sind schwarz glänzend und tragen Sinnesborsten, ähnlich wie wir sie am Kopfe finden. Beim Fressen bleiben das zweite und dritte Beinpaar auf der Nadel, diese umfassend, während das erste Paar die Freßbewegung des Kopfes mitmacht. Bei den Einspinnraupen sind die Thorakalbeine nicht chitinisiert, infolgedessen auch nicht schwarz sondern mattgrün.

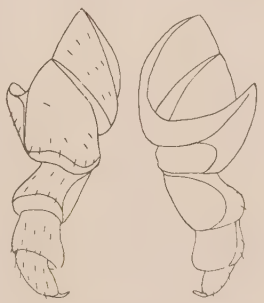


Abb. 16. Brustbeine der Larve.

Die folgende Tabelle zeigt die Größe der Beine im letzten (VI.) Stadium.

(Siehe Tabelle VIII.)

Das Abdomen. — Das Abdomen zeigt 10 gutentwickelte Segmente, von denen, mit Ausnahme des 1. und 9. Segmentes, jedes ein Paar Bauchfüße trägt. Ähnlich wie die Thorakalsegmente zeigen auch die Abdominalsegmente Hautfalten und Warzen. Im allgemeinen finden sich zwischen

Tabelle VIII.

Beinpaar	Glieder					Klaue
	I.	II.	III.	IV.	V.	
I. . . .	0,085	0,255	0,306	0,255	0,340	0,119
II. . . .	0,425	0,714	0,340	0,323	0,391	0,145
III. . . .	0,510	0,765	0,374	0,306	0,425	0,178

den Segmenten wenig Unterschiede, nur das letzte weicht wesentlich ab. Das 1. mit 9. Abdominalsegment zeigt dorsal je 6 Falten, von denen die 1., 2. und 4. die charakteristischen Dornen der Thorakalsegmente tragen. Auf der 2. Falte der Segmente 1 mit 8 sitzen seitlich die Stigmen. Wie dorsal, finden wir auch ventral ähnliche Falten, jedoch nur 4 statt 6. Solche Falten sitzen 2 vor den Beinen, die man nach Berlese als Acro- und Prosternit bezeichnet, eine zwischen den Beinen (Mesosternit) und eine hinter den Beinen (Metasternit). Auch die halbmondförmige Wulst (b) finden wir hier seitwärts der Bauchbeine, desgleichen auch die Warzen b'. Bei den meisten *Lophyrus pini*-Larven sind diese Wülste außen schwarz, bei b' kleiner und bei b größer, so daß sich auf diese Weise die allgemein bekannte Semikolonzeichnung ergibt. Am 1. Segment ist das Semikolonzeichen nur unvollkommen und am 9. Segment ist es gar nicht vorhanden. Die seitlichen Warzen sind etwas kleiner wie an den Brustsegmenten, doch von gleicher Regelmäßigkeit an allen Abschnitten. Die a-Warzen am Abdomen haben eine elliptische horizontale Form, die d-Warzen zwischen der 4. und 5. Falte eine elliptische senkrechte Form; an beiden Warzen finden wir Dornen. Das 10. Segment ist dadurch ausgezeichnet, daß es auf der Doralseite nur 3 Falten hat, die erste ist sehr breit, die letzten zwei dagegen sind schmal. Zahlreiche Fältelungen finden wir auf den Falten 1 und 2, während die dritte Falte viele Stacheln aufweist. Ventral befinden sich ebenfalls 3 Falten, von denen die letzte mit Stacheln besetzt ist. Außen am Nachschieber ist der Fleck b, der Dornen trägt.

Die zylindrischen Abdominalbeine bestehen aus 2 Gliedern und sind ohne besondere Kennzeichen.

Die Färbung.

1. Der Kopf. — Der Kopf ist im allgemeinen von gelblich über hellbraun bis dunkelbraun gefärbt. An bestimmten Stellen des Kopfes, z. B. am häufigsten auf der Stirne oder nur am dorsalen Teil derselben, an den seitlichen Partien des Epicraniums-postfrons oder an der Naht oder am Scheitel — verdunkelt sich meistens das Braun bis fast Schwarz. Diese dunkle Färbung des Kopfes korrespondiert mit der allgemeinen Färbung der Larve. So hat eine dunkle Larve auch einen dunklen Kopf, während bei den hellen Larven auch die Kopffarbe ganz hell ist. In diesem Fall erscheinen dann auch die oben erwähnten dunklen Stellen sehr kräftig.

Bei den jüngeren Stadien (Eiraupe und Einhäuter) ist der Kopf gleichmäßig dunkelbraun, die Sutura metopica ist schwarz (Abb. 6). Die älteren Larven zeigen noch an der Naht einen helleren Streifen, der sich nach dem Thorax verlängert; an dieser Stelle platzt bei den Häutungen das Tegument. Bei der Einspinnraupe ist der Kopf mattgrün gefärbt, die Stelle zwischen Augen und Scheitel ist schwärzlich, während die Naht hell bleibt.

2. Der übrige Körper. — Die Farbe der Larve ist gelblichgrün; diese Färbung beruht auf der Durchsichtigkeit des Teguments, da durch dasselbe der Fettkörper, das Darmrohr usw. durchscheinen. Ganz besonders gut sichtbar sind die Schlundsäcke, die durch die enthaltende Flüssigkeit stets gelb sind. Wenn die Larve das Verdauungsrohr mit Nadeln gefüllt hat, dann dunkelt die grüne Farbe nach. Haben die Larven Rinde gefressen, so erscheint der Darm braun, der gewissermaßen einen beweglichen braunen länglichen Fleck bildet; auch das Kolon ist als schwarzer Punkt zu sehen. Die Farbe wechselt also je nach der Nahrung und kann von hellgelblichgrün bis grün oder gelb übergehen.

3. Die tegumentären Bildungen. — Auf der Haut finden wir verschiedene Bildungen, die entweder wie Stacheln aussehen oder kleine wellige Wulste vorstellen. Desgleichen kommen kleine Pünktchen, die zu Gruppen gesammelt sind und wie Flecke erscheinen, vor. Beim letzten Stadium nehmen die Ansammlungen der Pünktchen eine stark in die Länge gezogene elliptische Form an.

Wenn die Stacheln oder Wülste eng aneinander sitzen, dann erscheint das Tegument grau, was jedoch nur beim 1. und 2. Stadium zutrifft; deshalb erscheinen diese Stadien mehr schmutzig hellgrau (Fintelmann). In den späteren Stadien, wenn die Larven größer geworden sind, ziehen sich die oben erwähnten Stacheln und Wülste auseinander, wodurch die Körperfarbe gut sichtbar wird. Im 3. Larvenstadium nun können die oben erwähnten Pünktchen, die sich zu schwarzen Flecken vereinigen, vorkommen. Die Flecken sitzen an sehr verschiedenen Stellen und sind auch an den verschiedenen Larven nicht gleich. Sie finden sich z. B. an den Beinen, am Rücken, seitlich usw.

Bei Larven im 3. Stadium kann es vorkommen, daß man gleich nach der Häutung über den Beinen leicht angedeutete dunkle Flecken sieht. Diese Flecken — „Semikolon“ genannt — verschwinden aber mit dem Wachstum der Larve allmählich wieder, so daß man am Ende des 3. Stadiums, also vor der Häutung, nichts mehr davon sieht. Ausnahmsweise jedoch kann in diesem Stadium der Semikolonfleck ganz schwarz erscheinen, in solchem Fall dann derselbe immer sichtbar bleibt. Im 4. und den weiteren Stadien dagegen bleiben diese Flecke stets deutlich und schwarz; ihre Größe kann allerdings bei den einzelnen Individuen sehr verschieden sein. So finden wir Larven, bei denen sie nur klein und unauffällig sind, bei anderen dagegen erreichen sie die Länge der Warzen b und b', so daß sie sehr auffallend sind. Bezeichnend ist, daß Larven, die im 3. Stadium

kleine Flecken hatten, auch in den späteren Stadien kleine Flecken behalten und umgekehrt. Viele Autoren geben diese Semikolonflecken als charakteristisches Merkmal für *Lophyrus pini* an, doch dem ist nicht so, denn wir haben oben gesehen, daß eine große Anzahl jüngerer Larven vorkommt, die diese Flecken nicht aufweisen.

Neben den Larven mit Semikolonflecken finden wir viele, die außerdem noch am Rücken dunkel sind. Bei diesen beginnt in der Höhe der Stigmen eine dunkle Färbung, die bis zum Rücken geht und sich dort etwas aufhellt. Dieser dunkle Rückenstreifen zieht gleichmäßig über alle Segmente der Larve. Weiter finden wir Larven, die unterhalb dem Stigma, zwischen diesem und der Warze d, einen mehr oder weniger großen Fleck zeigen, der auch mehr oder weniger intensiv ausgebildet sein kann. Alle diese eben beschriebenen Flecken sind jedoch nie so dunkel wie die Semikolonflecken.

Eine weitere Möglichkeit der Fleckenzeichnung ist folgende: Bei Larven mit Semikolon finden wir noch entweder an jedem Segment direkt über dem Stigma oder nur am 1. Thorakalsegment allein einen unregelmäßig geformten, kleinen dunklen Fleck oder nur an den Thorokalsegmenten und dem letzten Abdominalsegment. Am letzten Abdominalsegment kann er sehr markant ausgeprägt sein. Fintelmann glaubt auf Grund dieser eben erwähnten Flecken die Geschlechter an den Larven bestimmen zu können, was jedoch nach meinen Beobachtungen nicht zutrifft.

Wenn nun das letzte Stadium zum Fressen aufhört, ändert sich mit der Kotabgabe die Färbung und noch vor der Häutung finden wir die Larve so, wie sie im Einspinnstadium zu sehen ist, d. h. ihre Grundfarbe ist jetzt weißlichgrün. Weiter finden wir neben den stets vorhandenen Semikolonflecken manchmal dorsal auf jedem Segment einen dunklen Fleck, dessen Ränder heller werden und welcher auf der 3. Falte am breitesten ist. Auf den ersten drei Abdominalsegmenten ist dieser Fleck am markantesten, er wird nach vorne und hinten allmählich schwächer. Wo im Freßstadium die Flecken an den Stigmen usw. vorhanden waren, sind diese im Einspinnstadium erhalten geblieben. Die früher erwähnten Dornen sind jetzt ersetzt durch schwarze Ringe.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß die Färbung der Larven auch während der Häutungen variiert. So sind z. B. gleich nach der Häutung die Zeichnungen viel deutlicher zu sehen, da die Larve noch kurz und die Hautfalten mehr zusammengedrängt sind; später jedoch, wenn die Haut sich dehnt, erscheinen auch die Flecken schwächer.

Die innere Anatomie.

Der Darmkanal verläuft in einer geraden Linie vom Mund zum After (Abb. 17). Die einzelnen Abschnitte sind, wenn der Darm leer ist, gut zu unterscheiden, im anderen Fall jedoch ist dies schwieriger. Der Vorderdarm ist birnförmig nach hinten erweitert und reicht bis zur Valvula

cardiaca, wo er zwischen die Falten des Mitteldarmes zu liegen kommt. Seitwärts finden wir am Vorderdarm kleine Ausstülpungen, die Schlundsäcke, deren Histologie von Cholodkowsky beschrieben wurde. Diese Schlundsäcke beginnen in der Nähe des Mundes und laufen mit dem Darm bis zum Thorax. Sie sind immer mit einer gelben trüben flüssigen Substanz gefüllt. Diese Flüssigkeit scheiden die Larven während des Fressens oder bei irgendeinem anderen Reiz in Form von gelben Tropfen aus. Sie bildet eine stark klebrige Substanz von harzigem Geruch.

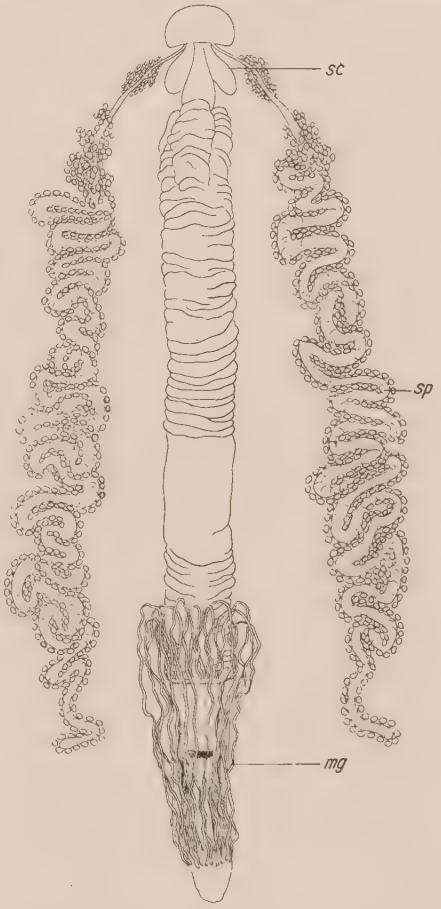


Abb. 17. Darmkanal und Spinndrüsen der Larve. *sc* Sacci oesophagei; *mg* Malpighische Gefäße; *sp* Spinndrüse.

Am Mitteldarm finden wir auf dem vorderen Abschnitt 3 longitudinale Falten, die oben wenig ausgebuchtet sind. In der Fortsetzung von den Ausbuchtungen verläuft der Mitteldarm der Länge nach zylindrisch bis zu den Malpighischen Gefäßen. Dies trifft jedoch nur zu, wenn der Darm gefüllt ist. Im leeren Zustand dagegen verengt sich der Kanal gegen die Mitte zu immer mehr und ist bei den Malpighischen Gefäßen am engsten. Äußerlich unterscheiden wir am Mitteldarm 3 Abschnitte: Der 1. Abschnitt reicht bis zur Hälfte des Mitteldarms und ist charakterisiert durch eng aneinander liegende muskulöse Querfalten. Auf diesem Abschnitte folgt ungefähr halb so lang ein Teil, der ganz glatte Wände zeigt, ein folgender gleich langer Abschnitt ist ebenso wie der erste lange Teil von muskulösen Querfalten umzogen.

Die Malpighischen Gefäße sind in einer ringförmigen Linie um den Darm befestigt. Die Zahl derselben beträgt ca. 24. Sie verlaufen zunächst nach vorne bis etwa $^1/_8$ des Mitteldarms, biegen dort um und gehen in welligen Linien zurück bis zum Rectum, auf dem sie liegen. In ihrem unteren Teil sind sie stark in Fettkörper eingehüllt.

Beim Enddarm können wir ebenfalls 3 Abteilungen unterscheiden. Im oberen Viertel ist derselbe von zylindrischer Form (Ileum); nun folgt

ein etwas kürzerer Teil, der oft sphärisch erscheint und einen deutlichen schwarzen Fleck zeigt, der äußerlich bei den hellgelben Larven leicht zu sehen ist. Dieser Fleck besteht aus 2 Ringen, die mit chitinösen Stacheln versehen sind, deren Beschreibung weiter unten folgen wird. Den letzten Teil des Enddarms bildet das Rectum. Der ganze Enddarm ist mit einer starken äußeren Muskulatur ausgestattet. Für das ungefähre Größenverhältnis sollen die folgenden Zahlen ein Bild geben. Der Vorderdarm hat eine Länge von 2,7 mm, die Schlundsäcke eine solche von 1,53 mm und einen Durchmesser von 0,68 mm, der Mitteldarm ist 13 mm lang, vorne 1 mm und hinten 0,5 mm im Durchmesser.

Der oben erwähnte schwarze Fleck erscheint zwischen dem 6. und 7. Abdominalsegment und besteht aus 2 Ringen, die je 6 chitinöse gezähnte Abteilungen zeigen. Diese Abteilungen sind verschieden breit, von denen immer eine schmale mit einer breiten abwechselt, und zwar ventral mit einer breiten beginnend. Die Bezahnung des vorderen Ringes ist bedeutend besser chitinisiert wie die des hinteren. Auf jedem Ring sind die Spitzen der Zähne zum größten Teil gleichmäßig nach hinten gerichtet. Die Zähne, die auf einer Region sitzen, haben die Form von dreieckigen Stacheln, die oft sehr dicht nebeneinander gedrängt sind und an der Basis miteinander verschmelzen, so daß oft 3—15 Zähne, die nach Größe verschieden sein können, in einer Reihe beisammen sitzen. Diese Anordnung hat oft die Gestalt eines stumpfen Winkels. Die Anordnung dieser Zahngruppen im Verhältnis zum Verdauungsrohr ist so, daß die mittleren und vorderen Gruppen der Zähne nach hinten gerichtet sind, während die seitlichen und hinteren Gruppen nach innen und gegeneinander zeigen.

Bei den Einspinnlarven ist der Darmkanal, der stets leer ist, weiß und stark gefaltet; desgleichen auch die beiden Schlundsäcke. Die Malpighischen Gefäße erfahren keine Veränderung. Die leeren Schlundsäcke können das schon oben beschriebene Sekret sezernieren. Dies kann man dadurch beweisen, daß, wenn man einen fertigen Kokon zerstört und die Larve bestrebt ist, einen neuen Kokon zu spinnen, es oft vorkommt, daß aus den Schlundsäcken die harzige, gelbliche Flüssigkeit ausgeschieden wird. Außerdem kann man beobachten, daß bei der Häutung der Pronympha im Konkon, wo die Schlundsäcke mit ausgeschieden werden, diese immer noch den harzigen Geruch aufweisen.

Die Form des Darmkanals bei der Eonympha hat sich nicht geändert und ist gleich wie bei den Einspinnstadien; ein Unterschied besteht nur darin, daß in diesem Stadium der Darm in der Gegend der Malpighischen Gefäße sehr leicht zerreißt. Im Puppenstadium hat der Darm bereits die Form wie im Imago erreicht.

Die Spinndrüsen.

Eine Beschreibung der Spinndrüsen von Tenthrediniden finden wir bereits bei Polatajev, Cholodkowsky, Pickel und Saint Hillair, eine genauere Beschreibung, speziell über *Lophyrus pini* geben Cholodkowsky und Pickel.

Die beiden Spinndrüsen, die den Körper in starken welligen Linien entlang laufen, sind sehr lang (Abb. 17). Pickel gibt an, daß bei einer 24 mm langen Larve die Spinndrüsen eine Länge von 72 mm hatten. Die Drüsen liegen am Darmkanal, den sie wie eine Schicht beiderseitig eng umgeben, und sind vom Fettkörper bedeckt. In der Länge reichen sie bis zum Enddarm. Sie bilden tubulöse Drüsen und bestehen aus den das Sekret bildenden Zellen und aus einem Ausfuhrgang. Bei letzterem können wir 3 Abschnitte unterscheiden:

Der hintere Abschnitt des Ausfuhrganges verschmälert sich ständig nach vorne, der Durchmesser beträgt in der Mitte ca. 0,45 mm. Er ist dadurch charakterisiert, daß sich auf demselben sehr viele sezernierende Zellen befinden, die mit ihren Wänden eng verbunden sind. Diese Zellen liegen in den meisten Fällen auf beiden Seiten des Ausfuhrganges wie zwei Ketten angeordnet. Es können jedoch auch noch auf der Ober- und Unterseite wenigstens auf kürzere Strecken derartige „Ketten" vorkommen, so daß es stellenweise deren im ganzen drei bis vier sind. Die Zellen haben eine kugelige Form mit einem Durchmesser von 0,32 mm. An der vorderen Region des Ausfuhrganges werden die Zellen etwas kleiner und vereinigen sich zu selbständigen Drüsen, die aus 2 bis 9 Zellen bestehen und ihre eigenen Ausführkanäle haben, die in den Hauptausfuhrgang münden.

An der Übergangsstelle dieser Region zum mittleren Abschnitt des Ausfuhrganges finden wir eine plötzliche Verschmälerung desselben. An dieser Stelle sitzen die von Pickel entdeckten Nebendrüsen, von denen jede Spinndrüse eine aufweist. Diese Nebendrüsen sind aus kleinen Drüsenzellen mit einem Durchmesser von 0,07 mm gebildet, sitzen auf ganz kleinen, vielverzweigten Kanälchen, so daß sie im ganzen traubenförmig erscheinen. Der zweite Abschnitt ist hauptsächlich dadurch charakterisiert, daß ihm die sezernierenden Zellen fehlen.

Der dritte Abschnitt ist der gemeinsame Ausfuhrgang der beiden Spinndrüsen. Er ist sehr kurz und bildet mit seinem äußeren Ende, das in der Mundklappe liegt, den Spinnapparat. Der Spinnapparat weist sehr viel Ähnlichkeit mit dem von Lepidopteren auf. Er besteht in der Hauptsache aus einer schwach chitinisierten Röhre, die von oben nach unten zusammengepreßt erscheint, und infolgedessen schlitzartig nach außen mündet. Die beiden Seiten dieser Röhre sind etwas nach oben gebogen, so daß auf der dadurch entstandenen Rinne Platz für die Muskulatur vorhanden ist. Die Röhre liegt mit ihrem chitinösen Spalt

auf der Unterlippe und gleicht hier infolge der beiden seitlichen Aufbiegungen einem breit auseinandergedrückten V. Das Spinnsekret, das von den beiden Spinndrüsen in den gemeinsamen Ausfuhrkanal gelangt, tritt aus diesem in Form zweier breiter Fäden, die sehr nahe nebeneinander liegen und manchmal sogar zu einem Faden verschmelzen können.

Die Anordnung und Form der Spinndrüsen, wie wir sie oben kennengelernt haben, ist in allen Larvenstadien gleich. Ein Unterschied besteht nur darin, daß in den ersten Stadien die ganze Drüse weißlich aussieht, und noch kein Spinnsekret vorhanden ist. Die Zellen sind in diesem Stadium noch unentwickelt und nicht fähig, ein Spinnsekret zu bilden. In den letzten zwei Freßstadien dagegen finden wir den Ausfuhrgang mit einem gelblichen Sekret gefüllt, welches vollkommen durchsichtig ist. Es ist wohl anzunehmen, daß die Drüsen bereits ihre Reife erreicht haben. Zu Anfang des Einspinnstadiums ergießt sich in die Ausfuhrgänge zu dem bereits vorhandenen Sekret ein braunes Sekret, das entweder in der Thoraxregion wie ein durchziehender brauner Faden sichtbar bleibt oder die ganzen Ausfuhrgänge braun färbt. Dieses braune Sekret scheint eine Endproduktion des letzten Stadiums zu sein, da auch die Zellen der Spinndrüsen in der Thoraxregion braun gefärbt sind. Das Sekret gibt selbstverständlich auch dem Spinnfaden eine braune Färbung, infolgedessen die Kokons von *Lophyrus pini* braun aussehen. Nach Beendigung des Einspinnens sind die Ausfuhrgänge fast leer, diese haben dann einen Durchmesser von 0,25 mm. Nach weiteren 3 Tagen finden wir, daß die Spinndrüsen fast gänzlich verschwunden sind.

Der Fettkörper.

Wir können auch beim Fettkörper drei verschiedene Formen unterscheiden. Zunächst finden wir beiderseits, unter der Haut gelegen, zwei breite Streifen von Fettkörper, die aus einer Schicht eng aneinanderliegender Fettzellen bestehen und dorsal und ventral miteinander verbunden, die Spinndrüsen und den Darmkanal einschließen. Diese Fettbänder reichen vom Kopf bis zum 6. Abdominalsegment. Von hier bis zum Rectum finden wir die beiden anderen Abteilungen des Fettkörpers. Die eine von diesen bildet eine ähnliche Schicht von Fettzellen, wie oben beschrieben, doch sind die Zellen bedeutend kleiner und in direkter Verbindung mit den Malpighischen Gefäßen. Bei der anderen bilden die Fettzellen große Haufen, welche das ganze Rectum umhüllen und dasselbe einschließen.

Die Biologie der Larve.

Zum Studium der Biologie der Larve von *Lophyrus pini* wurden Tiere verwendet, die teils aus eigenen Zuchten stammten, und teils solche, die im Freien gesammelt waren. Von den Larven aus eigener Zucht stammte ein Teil von unbefruchteten Weibchen, die sich gut aufziehen ließen, aber nur männliche Larven ergaben, die Larven von befruchteten

Weibchen dagegen konnte ich nicht über das 3. Stadium hinausbringen. Daher beziehen sich meine folgenden Angaben hauptsächlich auf die Beobachtungen an Larven aus parthenogenetischen Eiern. Vorausgeschickt sei hier, daß ein morphologischer oder anderer sichtbarer Unterschied (Färbung!) zwischen den „männlichen" und „weiblichen" Larven nicht besteht, sondern das spätere Geschlecht nur in der Anlage der Geschlechtsorgane, die wir bei den Larven deutlich sehen können, festzustellen ist. Weiter jedoch ergibt sich in der Entwicklung eine auffallende Verschiedenheit insofern, als die weiblichen Larven eine Häutung mehr haben als die männlichen und infolgedessen im letzten Stadium auch größer sind als diese. (Siehe weiter unten.)

Zahl der Larvenstadien. — Wenn wir in der älteren und neueren Literatur über die Biologie der *Lophyrus pini*-Larven nachlesen, so finden wir, daß die Zahl der Stadien stets zwischen 5 und 6 angegeben ist. Müller schreibt z. B. nur, daß sich die Larven mehrere Male häuten, Hartig erwähnt eine 5—6malige Häutung, die gleiche Anschauung haben auch noch Ratzeburg und Scheidter.

Bevor ich auf die Biologie der Larve näher eingehe, möchte ich hier einige Bezeichnungen ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien erklären. Die Stadien, die Nahrung zu sich nehmen, also fressen, werden „Freßstadien" genannt. (Scheidter machte auch diese Unterscheidung, wenn er diese Stadien als „fressende" Stadien bezeichnete.) Das letzte Stadium dagegen, das nicht mehr frißt, sondern sich nur einspinnt, wird „Einspinnstadium" genannt. Als Einspinnstadium bezeichnet man die Larve aber nur bis zu dem Augenblick, in welchem sie mit dem Spinnen fertig ist, da gleich nach dieser Tätigkeit Veränderungen mit der Larve vor sich gehen, die dieselbe über die Eonympha zur Pronympha umwandeln und infolgedessen nicht mehr von einer Larve gesprochen werden kann. Die letzten beiden Bezeichnungen finden wir bereits bei Berlese, während Scheidter das ganze letzte Stadium einfach „Kokonstadium" nennt, ohne weitere Unterschiede zu machen.

Während des Wachstums können wir bei den männlichen Larven 5 Freßstadien und 1 Einspinnstadium, bei den weiblichen Larven 6 Freß- und 1 Einspinnstadium feststellen. Die Tatsache, daß die weiblichen Larven ein Freßstadium mehr haben als die männlichen, hat wohl die früheren Autoren veranlaßt, von 5—6 Stadien zu berichten. Daß die Larven mit 6 Freßstadien stets Weibchen geben und die mit 5 stets Männchen, war diesen wohl nicht bekannt.

Genauer beschäftigte sich Fintelmann mit den Häutungen, konnte aber trotzdem „keine sicheren Resultate erlangen". Er glaubte, daß die Temperatur bei der Zahl der Häutungen von Einfluß sei, und zwar dadurch, daß bei höheren Temperaturen ein besseres Wachstum und damit eine größere Zahl von Häutungen die Folge sei. Er fand 1833 bei einer durchschnittlichen Temperatur von 12,5° R 4 Häutungen und 1834, bei einer durchschnittlichen Temperatur von 17° R 5 Häutungen. Endlich hat er gefunden, daß in dem

ersten Versuch, bei dem die Temperatur niedriger war, die größten Larven kleiner waren als die größten Larven des zweiten Versuches, der bei höherer Temperatur durchgeführt wurde.

Im folgenden sei nun über die Größe der einzelnen Stadien einiges berichtet. Wie bei den Schmetterlingsraupen können wir auch bei den Larven von *Lophyrus pini* nach der Breite des Kopfes genau das Stadium bestimmen. So finden wir bei der Eiraupe (1. Stadium) stets eine Kopfbreite von 0,544 mm, im 2. Stadium beträgt sie 0,748 mm und im 3. Stadium 1,02—1,19 mm (in der Mehrzahl 1,088 mm), das 4. Stadium schwankt zwischen 1,36 und 1,53 mm (in der Mehrzahl 1,428 mm); das 5. Stadium ist 1,768—1,87 mm (am meisten 1,802 mm); das 6. Stadium der „weiblichen" Larven hat im Mittel 2,21 mm Kopfbreite. In den Einspinnstadien erfolgt keine Veränderung des Kopfes, infolgedessen stimmt hier die Breite desselben stets mit dem letzten Freßstadium überein.

Über die Länge der Larven in den einzelnen Stadien geben folgende Zahlen Aufschluß. Die in Klammern gesetzten Zahlen bedeuten die Länge sofort nach der Häutung, so lange die Larve noch nicht gefressen hat.

1. Stadium (4,5) 5,0 mm im Mittel
2. „ (6,5) 8,0 „ „ „
3. „ (8,0) 12,0 „ „ „
4. „ (12,0) 16,0 „ „ „
5. „ (16,0) 22,0 „ „ „
6. „ ♀ (22,0) 26,0 „ „ „

Die Einspinnstadien sind stets ein wenig kürzer als das letzte Freßstadium.

Die folgende Tabelle soll an mehreren Beispielen das Wachstum der Larven innerhalb der Stadien sowie ihre Kopfbreiten zeigen. (S. Tab. IX.)

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß der Kopf von einem Stadium zum andern etwa um 0,2—0,4 mm wächst. Auch ist ersichtlich, daß die Abweichungen vom Mittelwert der Kopfbreite innerhalb eines Stadiums 0,2 mm nicht überschreiten.[1])

Außerdem möchte ich noch bemerken, daß sich ein Unterschied in der Kopfbreite bei den gezüchteten Larven gegenüber den vom Freiland gesammelten nicht feststellen ließ. Auch bleibt es einerlei, ob die Larven aus befruchteten Eiern oder aus unbefruchteten entstanden sind. Die Kopfbreite war in allen Stadien übereinstimmend.

Um die Zahl der Häutungen bei den „weiblichen" Larven festzustellen, wurde bei einer größeren Zahl möglichst junger Larven, die im Freien gesammelt waren, genaue Messungen des Kopfes und der Körperlänge vorgenommen. Nach der Kopfbreite war es nicht schwer, das Stadium dieser Larven zu bestimmen. Bei diesen Larven konnte man natürlich äußerlich noch nicht das Geschlecht feststellen, da in der Kopf-

[1]) Die Messungen bewegen sich in einer Fehlergrenze von ca. 0,034 mm, was einem Teilstrich des Okularmikrometer entspricht.

Tabelle IX.

Stadien	Bezeichnung und Alter der Larven	Länge mm	Kopfbreite mm
I.	A. 1 Tag	—	0.544
	8 a frisch geschlüpft	3,0	0,544
	nach 3 Tagen	4,5	0,544
II.	A. frisch gehäutet	—	0,748
	nach 3 Tagen	6,2	0,748
	2,2 vor der Häutung	6,5	0,748
	3 a	—	0,850
III.	3,3 Tage	9.0	1,088
	8,4	—	1,190
	5 frisch gehäutet	7,0	1,088
	1 a. 2 vor der Häutung	10,0	1,054
	1 frisch gehäutet	8,0	1,088
	nach 2 Tagen	10,5	1,156
	nach 5 Tagen	12,0	1,156
IV.	4,1 frisch gehäutet	9,0	1,360
	nach 2 Tagen	12,5	1,428
	4 nach 6 Tagen	17,0	1,462
	1 cb, 1 Tag	9,5	—
	vor der Häutung	16,0	1,530
V. ♂	1 frisch gehäutet	—	1,802
	nach 7 Tagen	20,0	1,836
	1 a frisch gehäutet	16,0	1,768
	nach 5 Tagen	21,0	1,802
	1 bc frisch gehäutet	13,0	1,700
	8, 1 a	20,0	1,870
VI. ♂	1	15,0	1,802
	1 a	18,0	1,700
	8,4	—	1,870
III. ♀	22	8.0	1,088
IV. ♀	22	12,0	1,360
V. ♀	21 a	14,0	1,904
	21	11,0	1,802
VI. ♀	21 a, 1	22,0	2,210
	21 a, 2	23,0	2,210
	21 frisch gehäutet	18,0	2,142
	nach 5 Tagen	26,0	2,210
VII. ♀	21 a	—	2,210

breite zwischen den Geschlechtern kein Unterschied besteht. Nach diesen Messungen wurden dann die Larven getrennt und isoliert, so daß man die Weiterentwicklung genau verfolgen konnte. Nach dem 5. Stadium war nun eine große Verschiedenheit in der Weiterentwicklung zu konstatieren. Ein Teil häutete sich nochmals und ergab ein 6. Freßstadium, während der andere Teil begann, sich nach der Häutung einzuspinnen, also in das Einspinnstadium überging. Die Larven, die sich nach dem 5. Stadium eingesponnen hatten, ergaben später nur Männchen, während die andern, die im 6. Stadium weiterfraßen und sich erst nach einer weiteren Häutung eingesponnen hatten, unr Weibchen ergaben.

Ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Larven läßt sich auch an den Eonymphen feststellen. Schneidet man nämlich aus verschiedenen bereits gesponnenen Kokons die Eonymphe heraus, so findet man, daß die Kopfbreite derselben verschieden ist und zwar schwankt sie zwischen 1,734—1,870 mm und 1,972—2,142 mm. Aus solchen Eonymphen mit kleineren Köpfen habe ich stets Männchen erhalten, während die der letzteren Gruppe stets Weibchen ergaben.

Die Dauer der Larvenstadien.

Über die Zeit des Larvenlebens bei *Lophyrus pini* finden wir bei den verschiedenen Autoren ziemlich übereinstimmende Angaben.

Müller schreibt z. B.: „Nach Verlauf von 6—10 Tagen geht die erste Häutung vor sich und dann in nicht großen Zwischenräumen, ausgenommen zwischen der vorletzten und letzten, die oft 14 Tage voneinander sind, mehreremal nacheinander.“ „In der erwachsenen Gestalt bleiben die Afterraupen 1—3, sehr selten 4 Tage, wo sie sich zum letztenmal häuten und verändern.“ „Vom Beginnen bis zur Vollendung ihrer Ökonomie bedürfen sie gegen 8 Wochen.“ Hartig bemerkt: „Die erste Häutung erfolgt 8 Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei. Dann folgen mehrere Häutungen in nicht völlig gleichen und bestimmten Intervallen von 8—10 Tagen. Die letzten Häutungen liegen noch etwas weiter auseinander.“ „Vom Auskriechen aus dem Ei bis zum Einspinnen der Raupen vergeht ein Zeitraum von 7—9 Wochen.“ Ratzeburg gibt als Gesamtentwicklungsdauer 3 Monate an, 8 Wochen für die Larven und 2 Wochen für die Puppen. Fintelmann gibt die Entwicklungsdauer von zwei Larven an, und zwar eine mit 58 Tagen innerhalb vier Freßstadien und eine mit 49 Tagen innerhalb fünf Freßstadien.

Aus den verschiedenen Zuchten, die ich im Jahre 1928 und 1929 angestellt habe, ist das Ergebnis in der folgenden Tabelle X zusammengefaßt.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die Dauer der Larvenstadien bei den männlichen Larven je nach der Temperatur zwischen 21 und 49 Tagen schwankt. Leider ist es mir bei meinen Zuchten nicht gelungen, mehrere weibliche Larven aufzuziehen; nur eine einzige Larve konnte ich bis zur Verpuppung beobachten. Die Zeit, die diese Larve bis zur Verpuppung brauchte, betrug 58 Tage. Die männlichen Larven jedoch, die aus dem gleichen Eigelege stammten, wie diese, brauchten bis

Tabelle X.

Versuch	Datum der Eiablage	Dauer des Eistadiums in Tagen	Datum des Schlüpfens	Datum des Einspinnens	Entwicklungsdauer in Tagen	Temperatur °C absolut Min.	Temperatur °C absolut Max.	Temperatur °C im Mittel Min.	Temperatur °C im Mittel Max.	Entwicklungsdauer von der Eiablage bis zum Einspinnen
1	7. 4.	21	28. 5.	17. 6.	49 ♂	13	25	17,2	18,8	70
2	—	—	19. 5.	21. 6. 25. 6. 4. 7. 16. 7.	33 37 46 } ♂ 58 ♀	13	28	18,2	21,5	—
3	18.—19. 7.	11—12	29. 7.	31. 8.	33 ♂	—	—	—	25,0	44—43
4	—	—	8. 5.	6. 6.	30 ♂	15	25	18	20,5	—
5	26.–27. 5.	12	7.—8. 6.	1. mit 9. 7.	33—24 ♂	16	28	19	25,4	45—36
6	9.—10. 6.	12	21.—22. 6.	16. mit 22. 7.	24—30 ♂	16	29	20	27,2	36—42
7	29.—30. 5.	13	11. 6.	2. mit 6. 7.	21—25	16	28	19,3	25,5	34—38

zum Verpuppungsstadium 33—46 Tage. Daraus ist zu ersehen, daß die weiblichen Larven ca. 12 Tage länger bis zur Verpuppung brauchen als die männlichen. Ein ähnliches Bild ergab auch die Züchtung der Freilandlarven, wo die weiblichen Larven im letzten Freßstadium noch ca. 6—14 Tage verblieben.

Über die Dauer jedes einzelnen Larvenstadiums ließ sich folgendes feststellen. Wie bereits erwähnt, spielt die Temperatur bei der Entwicklung eine große Rolle. Es lassen sich daher die einzelnen Entwicklungsdaten nur im Mittel angeben und auch diese Angaben haben wohl nur relativen Wert. Nach meinen Zuchten wäre für das erste Stadium eine Mindestdauer von 4 Tagen anzugeben und eine Höchstdauer von 10 Tagen. Dieselbe Dauer gilt für das zweite Stadium. Das dritte Stadium dauert 3—7 Tage, das vierte 3—9 Tage, das fünfte 4—12 und das sechste Stadium 4—14 Tage.

Im allgemeinen ist zu bemerken, daß die älteren Larven länger brauchen bis sie sich häuten als die jüngeren Stadien. Auch ist eine große Verschiedenheit in der Dauer der einzelnen Stadien bei den verschiedenen Individuen desselben Eigeleges festzustellen.

Die Häutung.

Eine eingehende und genaue Beobachtung der Häutung finden wir bei Fintelmann, von der ich das Wichtigste hier anführe: „Ähnlich wie in der Ordnung der Lepidopteren kündigen auch die Larven der Lophyren durch ein besonderes Benehmen den kommenden Akt einer Häutung schon geraume Zeit vorher an, ... durch ein Absondern von der Hauptgesellschaft, durch Aufhören des, dieser Gattung so eigentümlichen Flusses von

Speichel aus den Mundteilen," ... „durch dann eintretende auffallende Ruhe, Trägheit, durch Zeichen von Erschöpfung, indem sie auf einer Nadel in ihrer ganzen Länge sich ausstrecken, öfters recken und nicht mehr fressen; viele fallen dabei zur Erde nieder." Ich möchte dem noch hinzufügen, daß die Larve während dieser Zeit ihr Verdauungsrohr vollkommen leert. Auch wird sehr oft mit der Larvenhaut das letzte Stückchen Kot, das sich noch im Rectum befindet, mit abgestreift. „Zwischen 5 und 15 Minuten vor dem Abstreifen der Haut macht die Larve mit dem ganzen vorderen Teil des Leibes eine solche Wendung, indem sie sich mit den 2—4 letzten Segmenten fester an der Nadel anklammert, daß sie fast in senkrechter Richtung gegen dieselbe, in fast horizontaler aber in der freien Luft zu schweben kommt." Diese Wendung wird auch an den jungen Ästen ausgeführt, was auch Hartig beobachtet hat. Durch kräftige Kontraktionen des Körpers wird das Hinterende des Körpers mit dem Enddarm in der alten Haut nach vorne geschoben. Durch die Verbreiterung des Kopfes platzt die Kopfkapsel an der Stelle der Sutura metopica. Der Thorax reißt an der Stelle der hellen Linie, die sich dorsal auf der Haut befindet. Dieser Riß wird immer größer und schließlich ziehen sich die Füße und die Mundwerkzeuge aus der alten Haut heraus. Ist einmal das Vorderende des Körpers frei, so wird auch der übrige Körper langsam herausgezogen, und die Exuvie bleibt zurück (Abb. 18). Die Häutung dauert 12 – 20 Minuten.

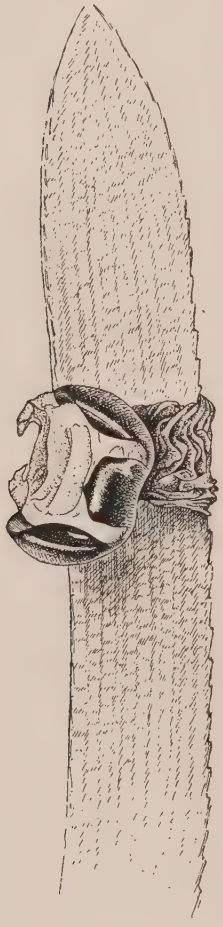


Abb. 18. Abgestreifte Haut.

Nach Fintelmann dauert die Häutung bei einer Temperatur von 31° R $1^1/_2$ Minuten, bei 20° R dagegen 7 Minuten. Die Zeit der meisten Häutungen ist zwischen 11 und 15 Uhr. Außerdem schreibt Fintelmann, daß, wenn den Raupen keine Kiefernnadeln zur Häutung zur Verfügung stehen, sondern diese auf eine glatte Fläche gesetzt werden, die Larven sich nur sehr schwer und langsam häuten können. Müller sagt: „Bei der letzten Häutung ist am Ende derselben eine fleischige Masse, die wahrscheinlich ein Teil des Schwanzendes ist, da dasselbe im Verhältnis zu jenem vor der Häutung $^2/_3$ abgenommen, und keine Schwanzfüße mehr hat." „Nach derselben frißt die Afterraupe nichts mehr, reinigt sich durch die vollendete Ausleerung der Exkremente und einer meistens bräunlich grauen Membran, womit der Magen früher ausgefüllt ist." Diese Beobachtungen sind nicht richtig, da jene fleischige Masse der gehäutete

Darmkanal ist, und die Entleerung der Exkremente immer vor der Häutung erfolgt.

Über die letzte Häutung schreibt Fintelmann: „Alle diejenigen Larven, welche ihre Haut vor dem Einspinnen abwerfen wollen, sondern sich von der Hauptgesellschaft unter ungünstigen Umständen, ... schon zwischen 110 und 100 Stunden vorher ab, und bei günstigen Umständen aber erst zwischen 50 und 40 Stunden.“ Meine Beobachtungen zeigen aber, daß diese Häutung genau so vor sich geht wie jede andere frühere. Um die Dauer der Häutungen zu zeigen, gebe ich unten als Beispiel die Tabelle XI, die die Kotmenge darstellt.

Tabelle XI.

Datum	b_8	b_{11}	b_{12}	g_6	g_9	g_3
25. 6.	—	—	—	—	—	—
26. 6.	58	19	15	—	—	—
27. 6.	105	86	56	—	—	—
28. 6.	104	103	64	12	—	29
29. 6.	49	62	62	72	—	63
30. 6.	40	112	82	126	92	96
1. 7.	188	34	14	139	97	83
2. 7.					65	
3. 7.	93	101	104	75	63	70
4. 7.	43	133	100	Cocon	61	66
5. 7.	129	135	90	♂	98	65
6. 7.	245	245	147	—	100	209
7. 7.						
8. 7.	55	3	94	—	89	81
9. 7.	Cocon	Cocon	106	—	99	3
10. 7.	♀	♂	90	—	202	Cocon
11. 7.						♀
12. 7.	—	—	cocon	—	80	—
13. 7.	—	—	♂	—	77	—
					Cocon	
					♀	

Aus der angefallenen Kotmenge in der Tabelle ist zu ersehen, daß jeden Tag Kot vorhanden war. Hieraus folgt, daß die Aktivität der Larve nur für einige Stunden bis zu einem Tag unterbrochen wird. Dasselbe ist auch bei der letzten Häutung zu beobachten. Die Vorbereitung für die letzte Häutung ist genau so kurz wie für die anderen. Man sieht aus der Tabelle, daß die Larven am Tag vorher noch gefressen haben und am nächsten Tag eingesponnen waren.

Die Nahrung.

Die Hauptnahrung der *Lophyrus pini*-Larven ist *Pinus sylvestris*. Doch wurden auch Versuche angestellt, inwieweit andere *Pinus*-Arten angenommen werden. Zu diesem Zweck wurden eine große Anzahl

Larven in ein Zuchtglas ohne Nahrung gesetzt. Dort blieben sie so lange, bis sie ihren Darm vollkommen entleert hatten. Sodann wurde ihnen Futter von verschiedenen Kiefernarten gereicht. Es wurde verfüttert: *Pinus montana*, *laricio*, *strobus*, *excelsa* und *cembra*. Die *montana* und *laricio*-Nadeln wurden zuerst angenommen. Erst nach einiger Zeit gingen die Larven auch an die *cembra*- und *excelsa*-Nadeln. *Pinus strobus* wurde von den Larven überhaupt nicht berührt. Nach zwei Tagen waren die *montana*- und *laricio*-Nadeln vollkommen aufgefressen, von den *cembra*- und *excelsa*-Nadeln ein großer Teil.

In einem anderen Versuch wurden die verschiedensten Kiefernnadeln in einem Haufen gemischt und so den Larven als Futter gegeben. Es zeigte sich, daß auch hier die *montana*-Nadeln zuerst angenommen wurden. Eine einzige Larve hatte etwas an einer *strobus*-Nadel gefressen, aber nach ganz kurzer Zeit diese wieder verlassen. Das Gleiche war bei einer *excelsa*-Nadel der Fall. Nach 8 Stunden waren die *montana*-Nadeln gänzlich verzehrt; nach 24 Stunden hat sich folgendes Resultat ergeben.

Von	8	Nadeln	*laricio*	waren	6	aufgefressen,	Rest 2
„	15	„	*excelsa*	„	$2^1/_2$	„	„ $12^1/_2$
„	15	„	*strobus*	„	$1^1/_2$	„	„ $13^1/_2$
„	15	„	*cembra*	„	8	„	„ 7
„	8	„	*montana*	„	8	„	„ 0

Die verschiedenen Pinus-Arten wurden demnach in folgender Reihe bevorzugt: 1. *Pinus montana*, 2. *Pinus laricio*, 3. *Pinus cembra*, 4. *Pinus excelsa*, 5. *Pinus strobus*.

In einem Versuch, in dem den Larven nur *strobus*-Nadeln gereicht wurden, verhungerten sämtliche Larven, da sie die *strobus*-Nadeln nicht angenommen hatten.

Larvenfraß.

Beim Fressen sitzen die Larven stets so an der Nadel, daß der Kopf gegen die Spitze der Nadel gerichtet ist. Der Fraß wird kurz vor der Spitze der Nadel begonnen und gegen die Basis zu fortgesetzt; die Spitze selbst jedoch wird verschont. Wir finden deshalb unter dem Kot auch stets die heruntergefallenen Nadelspitzen. Während des Fressens umgreift die Larve mit allen Beinen die Nadel, nur die Nachschieber liegen stets seitlich derselben. Das erste Thorakal-Beinpaar macht die Auf- und Abwärtsbewegung des Kopfes stets mit. Die Kopfhaltung und die Bewegung der Mandibeln ist genau wie bei den Raupen der Lepidopteren. Wir finden hierüber in Escherich, Forstinsekten Mitteleuropas Bd. I, S. 22, eine ausführliche Beschreibung. Die Länge und Breite der abgeschnittenen Nadelstücke hängt selbstverständlich von der Größe der Larve ab. Im folgenden seien über den Fraß noch verschiedene Einzelheiten erwähnt. Eine Larve des 4. Stadiums saß $12^1/_2$ Minuten an einem

Platz, bis sie die Nadel soweit heruntergefressen hatte, daß, um weiterfressen zu können, sie nach rückwärts rücken mußte. In diesem Fall war die 1,6 mm dicke Nadel in einer Tiefe von 0,4 mm auf 5 mm Länge gefressen. Die Larven des 5. Stadiums sind bereits so groß, daß sie die Nadeln quer durchfressen können.

In der Folge wollen wir nun die Fraßbilder der einzelnen Stadien betrachten. Der Fraß der *Lophyrus*-Larve ist stets aus dem Verhältnis der Nadel zu der Größe der Larve bestimmt. Es ist allgemein bekannt, daß die *Lophyrus*-Larven, besonders so lange sie klein sind, in großen Gesellschaften fressen. Je kleiner die Raupen sind, desto mehr drängen sich an einer Nadel zusammen und fressen daran. Wir finden solche

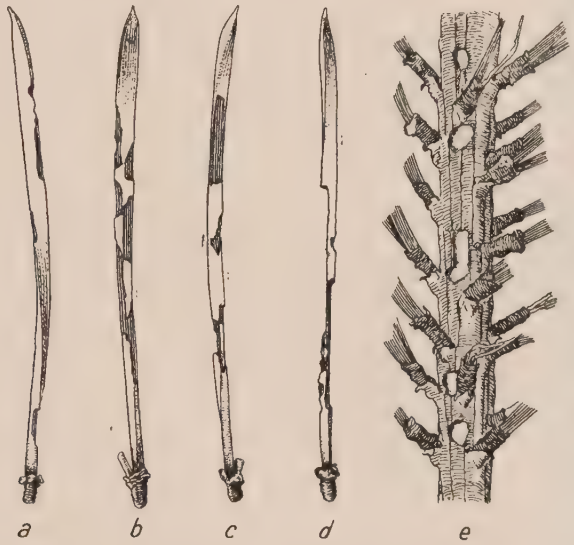


Abb. 19. Nadel- und Rindenfraß der Larve.
a 1. Stadium; *b* u. *c* 2. Stadium; *d* 3. Stadium; *e* Rindenfraß, 2. Stadium.

Gesellschaften bis zum 4. Stadium. In den ersten 3 Stadien finden wir in der Regel an einer Nadel Gruppen von 3 bis 7 Larven, im 4. Stadium dagegen sind es nur mehr 2 Larven, die zusammen fressen. Es ist zu bemerken, daß, wenn auch mehrere Larven an einer Nadel fressen, die Köpfe der Larven sich stets in gleicher Höhe befinden. Solange mehrere Larven an einer Nadel fressen, bleibt stets die Mitte der Nadel als haardünner Rückstand stehen. Auch im 4. Stadium, wo nur 2 Larven an einer Nadel fressen, bleibt ebenfalls dieser Rückstand. Wenn aber nur eine Raupe des 4. Stadiums eine Nadel befrißt, wird diese von der Seite angegriffen und bis zu $^5/_6$ der Nadelbreite verzehrt. Infolgedessen bleibt die eine Seite der Nadel als fadenförmiger Rückstand noch erhalten. Diese faden- und haarförmigen Rückstände bilden das Charakteristikum des *Lophyrus*-Fraßes. Im 5. und 6. Stadium fressen die Larven

einzeln. Teilweise machen sie denselben Fraß wie die einzelnen Larven des 4. Stadiums, d. h. einen fadenförmigen Rückstand einer Nadelseite zurücklassend. Sie können aber auch die Nadeln vollkommen bis zur Nadelscheide herunter abfressen. Dies trifft besonders bei den großen „weiblichen" Larven zu.

Abb. 20. Einzelne Eiraupe beim Fraß.

Die *Lophyrus*-Larven befressen jedoch nicht nur die Nadeln, sondern vom 2. Stadium an beginnen sie mitunter auch die Rinde zu benagen (Abb. 19e), die jüngeren Stadien nur oberflächlich, die älteren dagegen bis auf den Splint.

Wenn man die Larven nicht mehr gesellschaftlich fressen läßt, sondern sie einzeln auf die Nadeln setzt, ergibt sich selbstverständlich ein ganz anderes Fraßbild. So befrißt z. B. die Larve des 1. Stadiums die Nadeln nur oberflächlich von der Seite her (Abb. 19a, Abb. 20). Im 2. Stadium ist der Fraß ein ähnlicher, er kann sich jedoch bei einzelnen Individuen insofern vergrößern, als sie fast bis zur Mittelrippe der Nadel fressen (Abb. 19b). Im 3. Stadium ist das Prinzip des Fraßes das gleiche, nur sind die Fraßstellen vergrößert (Abb. 19d). Im 4., 5. und 6. Stadium unterschied sich der Fraß nicht mehr von dem der unter natürlichen Verhältnissen gehaltenen Raupen. Auch hier werden die Nadeln vollkommen bis zur Nadelscheide abgefressen oder es bleibt, wie oben schon erwähnt, ein haarartiger Rückstand zurück.

Über die Auswahl, die die Larven unter den Nadeln treffen, sagt Ratzeburg, daß, wenn die Larven sehr früh im Jahr auskommen, nicht am Maitrieb, sondern nur an den einjährigen Nadeln fressen; wenn sie aber erst im Nachsommer und noch dazu etwas spät auskommen, so nehmen sie auch den nun ausgebildeten Maitrieb an. Bei den vielen Versuchen, die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegen, haben sich diese Angaben Ratzeburgs stets bestätigt. Es erübrigt sich demnach, noch weiteres über diesen Punkt auszuführen.

Der Kot.

Die charakteristische rhombische Form des *Lophyrus pini*-Kotes beschreibt bereits De Geer sehr gut wie folgt: „Die grüngelbliche und rhomboidisch gestalteten Körner bestehen aus kleinen, halb mazerierten Blattstreifchen, die schräge übereinander liegen und eben dadurch die rhombische Gestalt erhalten."

Diese rhombische Form des Lophyrus-Kotes finden wir jedoch nicht in allen Stadien, sondern ist nur typisch für die erwachsenen

Larven. Im allgemeinen ändert sich der Kot mit dem Wachstum der Afterraupen, so daß es bei einiger Übung sehr gut möglich ist, nach der Form und dem Ausmaß des Kotes das betreffende Stadium zu bestimmen. Im allgemeinen besteht der Kot aus den bereits von De Geer erwähnten zusammengeklebten Nadelstreifchen, die in der Reihenfolge, wie sie in den Vorderdarm aufgenommen werden, das Verdauungsrohr durchwandern und ausgeschieden werden.

Der Kot des 1. Stadiums hat eine länglich schmale spindelförmige Form. Der des 2. Stadiums ist sehr ähnlich, nimmt nur an der mittleren Breite etwas zu. Erst im 3. Stadium bekommt der Kot eine rhombische Form, da er sehr stark nach der Breite zunimmt. In den folgenden Stadien ist die allgemein bekannte rhombische Form erreicht.

Der Längsdurchmesser der Kotballen der 6 Stadien beträgt in mm ca. 0,5 (I), ca. 0,77 (II), ca. 1—1,5 (III), ca. 1,8—2,4 (IV), ca. 2,2—2,7 (V), ca. 2,9—3,8 (VI). (Ein II. Teil folgt.)

Ein neues Kontaktmittel („Forestit"-Merck) in der Schädlingsbekämpfung.

Von

Dr. **B. Adolf Marcus.**

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie in München.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Schon kurz nach der Einführung staubförmiger Arsenpräparate in die forstliche Schädlingsbekämpfung machte sich aus verschiedenen Gründen bereits das Bedürfnis nach Herstellung von arsenfreien Mitteln geltend. So heißt es in einem im Jahre 1926 von Escherich anläßlich der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Düsseldorf gehaltenen Vortrag über „Neuzeitliche Bekämpfung tierischer Schädlinge": „Wir hoffen ja, daß es unserer Industrie noch gelingen wird, ein dem Arsen gleichwertiges, aber für die Warmblüter völlig unschädliches spezifisches Insektengift zu finden." Die Industrie hatte um so mehr Anlaß dieser Anregung Folge zu leisten, als der Erfolg bei Anwendung von Arsenmitteln, d. h. von Fraßgiften, sehr stark von der auf die Bestäubung folgenden Witterung abhängig ist und ein einziger Platzregen die Bestäubung großer Waldflächen völlig wirkungslos machen kann. — Es galt also ein Mittel zu finden, das einerseits mehr oder weniger schlagartig auf den Schädling wirkt und andererseits keine die Umwelt, sei sie pflanzlicher oder tierischer Art, schädigende Nebenerscheinungen aufweist. Es sind inzwischen auch einige derartige Präparate im Handel erschienen, sogenannte Kontakt- oder Berührungsgifte, wie das Derrispräparat „Polvo" (der Firma Cooper, Mc. Dougall & Robertson, Berkhamsted), und „Rimex" (der Firma E. Merck, Darmstadt). Letzteres hat gegen Blattwanzen ausgezeichnete Resultate gezeigt, während die Ergebnisse gegen Raupen (Kiefernspanner) weniger zufriedenstellend waren. In neuerer Zeit hat nun die Firma E. Merck ein anderes Kontaktmittel speziell für Raupen herausgebracht, das „Forestit". Außer im Laboratorium war es bereits im Jahre 1929 im Freiland auf einer 27 ha großen Fläche ebenfalls gegen den Kiefernspanner erprobt worden, und zwar nach A. v. Bülow mit ausgezeichnetem Erfolg.

Im Rahmen der Giftverstäubung gegen die Fohreneule (*Panolis flammea* Schiff.) in Nordbayern, Juni 1931, sollten nun auch gegen diesen Schädling Freilandversuche mit

Forestit angestellt werden. Gerne habe ich es auf Anregung von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Escherich unternommen, einige Beobachtungen über seine Wirkung zu machen und möchte ihm auch an dieser Stelle für sein lebhaftes Interesse und seine liebenswürdige Unterstützung bei meiner Arbeit meinen wärmsten Dank aussprechen. Ebenso danke ich Herrn Oberregierungsrat M. Sindersberger und Herrn Forstmeister Arnold für ihre tatkräftige Hilfe bestens.

Der erste Freilandversuch.

In dem Gebiet des Lorenzer Reichswaldes (bei Nürnberg), das den in der Schädlingsbekämpfung zusammenarbeitenden Firmen E. Merck, Darmstadt und Junkers Flugzeugwerke A.-G., Dessau, zur Flugzeugbestäubung gegen die Fohreneule übertragen worden war, sollte ursprünglich nur das Arsengift „Forst-Esturmit" Anwendung finden; lediglich als erstmaliger Großversuch gegen die Eulenraupe war von der Firma E. Merck für eine etwa 30—40 ha große Waldfläche „Forestit" bereitgestellt worden. Je nach Ausfall dieser Bestäubung sollte dann entschieden werden, ob noch für weitere Flächen Forestit an die Stelle von Forst-Esturmit treten sollte.

Als Versuchsfläche wurde ein einheitliches Kiefernstangenholz im durchschnittlichen Alter von 36 Jahren von mittlerer bis geringer Bonität ausgewählt, das durch vorjährigen Fraß schon etwas gelitten hatte. Die Puppensuche im Dezember 1930 hatte in diesem Bestand einen Belag von durchschnittlich 8 gesunden Puppen auf 1 qm ergeben, der Eibelag eines Stammes betrug 1500—1700 Stück, von denen am 29. Mai 1931 (Tag der Eisuche) bereits 70% geschlüpft waren. Zur Kontrolle des Kotfalles standen in dem zur Bestäubung bestimmten Bestand 2 Fangtücher von je 2 qm Auffangfläche.

Der geplante Freilandversuch fand am 13. Juni 1931 bei windstillem Wetter morgens von $4{,}30^h$ bis $5{,}40^h$ statt, und zwar wurde die ganze Fläche (35 ha) in 4 Flügen — ausgeführt durch die Junkers-Spezialmaschine D 1642 — bestäubt. Insgesamt wurden 1750 kg Forestit verwendet, auf 1 ha traf sonach 50 kg. Das Pulver, das bei anscheinend gleicher physikalischer Struktur wie das Forst-Esturmit eine dunklere Farbe hat als dieses, verteilte sich gleichmäßig in der Kronenregion; Fehlstellen oder auffallend überstäubte Plätze konnten nicht festgestellt werden.

Um $7{,}30^h$, also 2—3 Stunden nach der Bestäubung, sollten an verschiedenen Stellen des Bestandes 1 m breite Streifen von Ceresinpapier ausgelegt werden, um recht zahlreiche Kontrollen des Raupenabfalles zu haben. Nach den bisherigen Erfahrungen über die Wirkung des Forestits hätte dieser Zeitpunkt zur Auslage der Streifen vollauf genügt, doch hier war es zu dieser Maßnahme bereits zu spät: denn schon war der Waldboden übersät von einer Unzahl sich krümmender, zuckender Raupen aller Stadien; dauernd hörte man das Abfallen weiterer Raupen, von den Kronen hingen hier und da Fäden herab, an denen sich jüngere Raupen (denn nur diese haben noch ein ausgeprägtes Spinnvermögen) abspannen. Im ganzen Bestand bot sich dies Bild, die Grenzen der Bestäubungsfläche

konnte man, soweit sie nicht natürlich durch Kulturen usw. gegeben waren, am Aufhören des Raupenfalles genau feststellen. Von den älteren Raupen, meist waren es Vierhäuter, versuchten einzelne, die anscheinend etwas weniger getroffen waren und daher die bei den übrigen Raupen zu beobachtenden Zuckungen nicht oder in nur abgeschwächtem Maße aufwiesen, wieder zur Krone hinaufzugelangen; doch gelang es ihnen nicht mehr: die meisten kamen nicht über den ersten Meter empor, einzelne etwas höher, aber schließlich hatten auch sie nicht mehr die Kraft weiterzuklimmen und fielen erneut zu Boden. Obwohl mit dem Jagdglas eine Reihe von Stämmen abgesucht wurden, konnte keine einzige Raupe höher als ca. 3 bis 4 m an den im Durchschnitt 10—12 m hohen Kiefern entdeckt werden.

Bei näherer Untersuchung der Bodenstreu zeigte sich, daß weit mehr Raupen am Boden lagen, als man nach dem ersten Augenschein vermuten konnte. Raupenzählungen ergaben bereits um 8 Uhr in dem einen Falle 181, in dem anderen sogar 265 Stück auf 1 qm. Die beiden Fangtücher waren übersät mit Raupen, die sich in der Mitte infolge der dauernden Krümmungsbewegungen zu einem großen Klumpen zusammenballten. Ein anschauliches Bild hiervon gibt eine um 9 Uhr, also ca. 4 Stunden nach der Bestäubung gefertigte photographische Aufnahme des einen Fangtuches (Abb. 1).

Bereits am Nachmittage ließ das Fallen der Raupen nach; die meisten hatten sich durch die dauernden Zuckungen in die Bodenstreu eingewühlt; hier und dort sah man noch sich windende Raupen und hörte vereinzelt noch einige zu Boden fallen; sehr viele waren bereits abgestorben. Auch die Raupen, die noch am Stamme emporzukommen versuchten, wurden immer seltener. Im Laufe der folgenden Tage hörte der Raupenabfall vollständig auf.

Zwei Tage nach der Bestäubung wurden die zum größten Teil bereits verendeten Raupen von den Fangtüchern abgesammelt und gezählt. Das Ergebnis des einen Fangtuches (587 Stück, 2 qm) gibt nicht ganz die richtige Zahl, da hier infolge zahlreicher Besichtigungen ein Teil der Raupen abhanden gekommen war; der andere enthielt 879 Stück, von denen sich 194 (= 22,0%) im letzten Stadium befanden. Bei Berücksichtigung von Standraum und Nadelmasse des Standortes ergibt sich als Durchschnittsbelag für 1 Kiefer die recht beträchtliche Zahl von 1100—1400 Fohreneulenraupen.

Der Kotfall, der vorher ziemlich große Mengen ergeben hatte (vergleiche Tab. II), sank in beiden Fangtüchern bereits am ersten Tage auf ein Bruchteil der früheren Menge herab, um vom zweiten Tage an vollständig aufzuhören.

Alle diese Befunde gaben schon einen recht sicheren Anhalt, daß der Bestäubungserfolg ein durchschlagender gewesen sei. Um jedoch ganz sicher zu gehen und um die genaue Zahl der durch die Forestitbestäubung nicht zum Absterben gebrachten Raupen festzustellen, wurden am 4. Tage

nach der Bestäubung an verschiedenen Stellen des Bestandes Probefällungen vorgenommen. Der Befund entsprach vollauf den Erwartungen bezw. übertraf sie noch bedeutend: Trotz gründlicher Nachsuche konnten nur auf einer einzigen Kiefer noch 2 lebende Fohreneulenraupen gefunden werden, auf den übrigen war keine einzige mehr zu entdecken!

Die Bestäubung hatte also bei der Fohreneule einen praktisch hundertprozentigen Erfolg erzielt; die Hoffnungen, die man auf Grund der Laboratoriumsversuche in das neue Kontaktmittel be-

Abb. 1. Fangtuch mit Raupen der Fohreneule (links im ganzen, rechts Ausschnitt davon) 4 Stunden nach Bestäubung mit Forestit.

züglich seiner Wirkung gesetzt hatte, waren durch diesen Großversuch noch weit übertroffen worden. Niemand von uns hatte diesen überraschenden Erfolg erwartet, vor allem hatten die Laboratoriumsversuche diese schlagartige Wirkung auch bei älteren Raupen in keiner Weise vermuten lassen. Von seiten der bayerischen Staatsforstverwaltung war bereits am Bestäubungstage die Herstellerfirma angewiesen worden, für die weiteren Bestäubungen soweit möglich Forestit an Stelle des Forst-Esturmits zu verwenden. Die Firma kam diesem Wunsche nach, soweit Herstellung und Lieferung noch möglich war. Es konnten im ganzen noch ca. 28 000 kg Forestit bereitgestellt werden, so daß nun genügend Gelegenheit zu weiteren Beobachtungen gegeben war.

Tabelle I.

Übersicht über die im Rahmen der Fohreneulenbekämpfung in Nordbayern im

Nr.	Waldort	Forstamt bezw. Außenstelle	Fläche des Flugquartieres ha	Eibelag des Durchschnittsstammes Stück	Ungefährer Raupenbelag am Zeitpunkte der Bestäubung Stück
1	2	3	4	5	6
1	Nördl. Leimbühl . . .	Feucht	35	1500—1700	1100—1400
2	Spannerschlag	„	29	1100—1400	900—1100
3	Schwaigerau	Röthenbach a. P.	98	1500—1700	1000—1200
4	Nördl. Rohlach	„	42	800—1200	800—1000
5	Oberer Wolfshof . . .	Nürnberg-Ost	36	1200—1400	800—1100
6	Au	„	72	900—1100	500— 700
7	Anlage	Feucht	45	1100—1400	900—1100
8	Wolfszagel	„	27	1000—1300	800—1000
9	Straßenholz, Leimbühl .	„	18	1200—1500	800—1000
10	Unterer Wolfshof . . .	Nürnberg-Ost	40	3000—3500	1100—1300
11	Wurzelweg, westl. Teil .	„	54	800—1000	500— 700
12	Nördl. Hutgraben . . .	„	67	1300—1600	700—1000
13	Wässerung	Altdorf	31,5	1000—1200	700— 900

Die weiteren Bestäubungen.

Auch die folgenden Bestäubungen mit Forestit wurden wie der erste Versuch durch die Junkers-Spezialmaschine D 1642 ausgeführt. Es galt nun durch Beobachtung der Bestäubungswirkung bei den jeweils herrschenden klimatischen und sonstigen Verschiedenheiten den etwaigen Einfluß dieser Faktoren festzustellen. Einen genügend sicheren Anhalt lieferten hierbei die Ermittlung der Zahl der abgefallenen Raupen und die Kontrolle des Kotfalles; ergänzend wirkte die Untersuchung von Probestämmen einige Tage nach der Bestäubung.

Die Flächengröße der insgesamt 13 Flugquartiere (594,5 ha) schwankte zwischen 18 und 98 ha, welche Größenunterschiede keinerlei Einfluß auf die Wirkung zu haben scheinen; die gleichmäßige Verteilung einer bestimmten Menge Pulver hängt eben in der Hauptsache von der Verstäubungsvorrichtung sowie der persönlichen Geschicklichkeit des Piloten ab.

Die Bestäubungen mit Forestit sind in Tab. I unter Angabe der Befallsstärke, Bestäubungszeit, -menge usw. zusammengestellt. Die pro 1 ha verstäubte Menge betrug stets 50 kg; diese Verteilung hat sich auch bei den übrigen staubförmigen Mitteln in der Praxis bewährt. Mehr zu nehmen wurde in Anbetracht des schönen Erfolges gar nicht erwogen; dagegen lag der Vorschlag nahe, eine Bestäubung mit geringerer Menge,

Lorenzer Reichswald Juni 1931 vorgenommenen Bestäubungen mit Forestit.

Bestäubungszeit (Juni 1931)	Zahl der Flüge	Menge Forestit kg	Wetter der folgenden 3 Tage	Ergebnis von Probestammfällungen
7	8	9	10	11
13. früh	4	1750	heiß, regenfrei	am 16. 6. 0—2 Eulenraupen pro Stamm
17. früh u. abd.	3 u. $^1/_2$	1450	windig, regnerisch;	am 28. 6. 0 „ „ „
17. abd. u. 19. früh	$7^1/_2$ u. $3^1/_2$	4900	am 18. 6. früh Platzregen (12 mm)	am 23. 6. 0—20 „ „ „
19. abd.	$4^1/_2$	2100		am 23. 6. 0—68 „ „ „
20. früh	4	1800	20. 6. windig, regnerisch;	am 25. 6. 0—5 „ „ „
20. u. 21. früh	3 u. 3 u. 2	3600	21. 6. vorm. trüb;	—
21. früh	5	2250	von da regenfreies, schönes Wetter bis 24. 6.	am 25. 6. 0—2 Eulenraupen pro Stamm
21. früh	3	1350		am 26. 6. 0—3 „ „ „
21. früh u. abd.	1 u. 1	900		am 25. 6. 0—2 „ „ „
27. früh	$4^1/_2$	2000		am 29. 6. 0—7 „ „ „
27. abd. u. 28. früh	5 u. 1	2700	heiß, regenfrei	—
28. u. 29. abd.	$4^1/_2$ u. 3	3350		am 2. 7. 0 Eulenraupen pro Stamm
29. u. 30. abd.	3 u. 1	1575	am 1. 7. leichter Gewitterregen	—

etwa 40 kg pro Hektar, zu unternehmen. Doch wurde dies ebenfalls aus verstäubungstechnischen Gründen unterlassen.

Tatsächlich konnten bei der verwandten Menge ausgesprochene Fehlstellen bei keiner der Bestäubungen beobachtet werden; alle Kontrollmethoden — Kotfallmessungen, Raupenzählungen und Probestammfällungen — stimmten in ihrem Ergebnis darin überein, daß bei sämtlichen mit Forestit bestäubten Flächen ein voller Erfolg erzielt wurde.

Was zunächst die Kotfall-Kontrolle anlangt, so lieferte sie in allen untersuchten Fällen folgendes Resultat: Schon am Bestäubungstage ging der Kotfall schlagartig auf einen Bruchteil seiner früheren Menge zurück und sank entweder noch am gleichen oder am nächsten Tage auf Null oder nahezu Null herab, wie auch aus Tab. II hervorgeht Auf diese Erscheinung konnte man bei jeder Forestitbestäubung mit großer Sicherheit rechnen.

Daß dieses sofortige Nachlassen und Aufhören des Kotfalles nahezu vollständig unabhängig vom Wetter ist, geht aus der Tab. II hervor, auf der außer den Kotfallmessungen aus Forestitbeständen zum Vergleich auch solche von Arsenbestäubungen aufgeführt sind. Bei 3 Bestäubungen (Nr. 3, 4 und 5 der Tab. II), die alle kurz vor einem heftigen Gewitterregen mit durchschnittlich 12 mm Niederschlagshöhe stattgefunden hatten,

Tabelle II.

Auszug aus den täglichen Kotmessungen

Nr.	Standort des Fangtuches	Bestäubungsmittel	Bestäubungszeit des Standortes (Juni 1931)	11. 6. ccm	12. 6. ccm	13. 6. ccm	14. 6. ccm
1	Nördl. Leimbühl . . .	Forestit	13 früh	18	31	9	0,5
2	Kuchelhammerweg . . .	Forstesturmit	16. früh	6	3	6,5	9,8
3	Lach	„	16. abd.	9	12	12	18
4	Spannerschlag	Forestit	17. früh	7,5	15	24	31
5	Buttermilchberg	Meritol	17. abd.	4	4	3	4
6	Schwaigerau	Forestit	19. früh	—	—	13	15
7	Nördl. Rohlach	„	19. abd.	—	—	11	14
8	Anlage (Nr. 6 a) . . .	„	21. früh	9	12	10	19
9	Wolfszagel	„	21. früh	8	13	16	21
10	Klosterschlag	unbestäubt	—	5	9	7	8

war einmal Forestit (24 Stunden vorher), in den beiden anderen Fällen Forstesturmit der Firma E. Merck-Darmstadt (36 Stunden vorher) bezw. Meritol der Firma Schering-Kahlbaum-Berlin (12 Stunden vorher) verwendet worden. In den arsenbestäubten Beständen hob sich der Kotfall nach anfänglichem Nachlassen sehr bald wieder, da ein Großteil des Giftes wieder abgewaschen worden war, bevor die meisten Raupen die tödliche Dosis aufgenommen hatten. Im Forestitbestand dagegen fiel die Kotmenge trotz des starken Regens ganz normal schon am nächsten Tage auf Null herab, wie es auch in Abb. 2 graphisch dargestellt ist.

Hier ist gleichzeitig auch die Zahl der abgefallenen Raupen aufgetragen.[1]) Die Kontrolle des Raupenabfalles bildete die entsprechende Ergänzung zur Kotfallbeobachtung; die Ergebnissewaren stets wie beim ersten Versuch: Schon kurz nach der Bestäubung war der ganze Waldboden überdeckt mit Raupen, die schon vom 2. Tage an bedeutend weniger wurden (vgl. auch nächstes Kapitel). Die Zahl der innerhalb 24 Stunden nach der Bestäubung von den Fangtüchern (2 qm) abgesammelten Raupen schwankte bei den einzelnen Forestitflächen zwischen 117 und 827 Stück; der Durchschnitt betrug bei 11 Zählungen 429 Stück.

Das letzte und dabei sicherste Mittel der Erfolgskontrolle, das Absuchen von Probestämmen nach übriggebliebenen Eulenraupen etwa 4 Tage nach der Bestäubung, wurde ebenfalls bei den meisten Forestitbestäubungen durchgeführt. Auch hier entsprach der Befund fast immer dem bei der ersten Bestäubung geschilderten (vgl. Tab. I).

[1]) Eine ähnliche graphische Darstellung aus einem anderen Bestand ist bereits von Escherich in „Silva“ 1931, Bd. 19, Heft 33 veröffentlicht worden.

von verschiedenen Beständen.

15. 6. ccm	16. 6. ccm	17. 6. ccm	18. 6. ccm	19. 6. ccm	20. 6. ccm	21. 6. ccm	22. 6. ccm	23. 6. ccm	24. 6. ccm	Bemerkung
0,5	0	0	0	0	.	.	.	.	.	
12,8	9,8	6	2	0,1	1	3	2,2	4,2	7,8	
25	22	14	7,4	5,8	10	12,5	16	20	22	} am 18. früh
36	49	13	0,5	0,5	0	0	0	0	0	} starker Platz-
10	6	10	8	6	12	5	6	12	14	} regen (12 mm)
17	20	17	24	0,5	0	0	0,5	0,5	0	} ab 22. Nonnenkot
16	16	16	10	18	0,5	0	2	1,5	1	
31	28	52	60	67	76	8	1	0,5	0	
27	20	23	28	22	38	4	0	0	0	
14	9	13	19	10	16	20	18	21	24	

Bei zwei Quartieren wurden die Probestammfällungen etwas ausführlicher vorgenommen, um die Randwirkung einer Forestitbestäubung näher zu untersuchen. In dem einen Bestand (Nr. 3 der Tab. I) wurden in der Mitte der Bestandsfläche auf 4 Probestämmen gezählt: 5, 0, 2 und 20

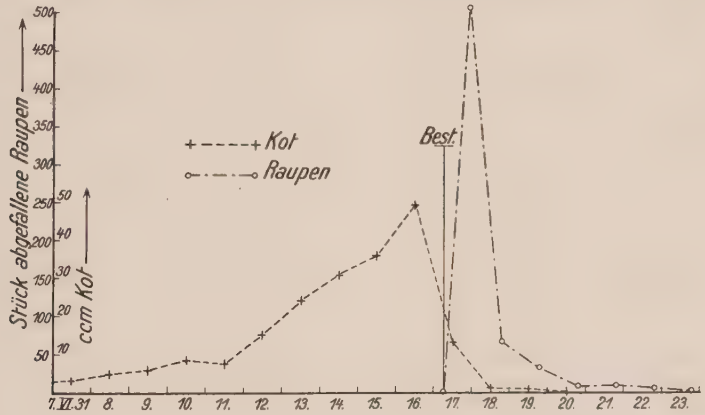


Abb. 2. Graphische Darstellung des Kotfalles und Raupensterbens in einem mit Forestit bestäubten Bestand.

lebende Eulenraupen, am Rande auf 3 Stämmen: 56, 36 und 0 Raupen; etwas weiter von der Bestäubungsfläche entfernt (ca. 30 m) enthielt ein weiterer Probestamm noch weit über 200 Raupen. Erwähnt sei, daß dieser Bestand an zwei verschiedenen Tagen bestäubt wurde, und zwar auf $^2/_3$ seiner Fläche 12 Stunden vor dem oben erwähnten Platzregen mit 12 mm Niederschlag. Bei dem 2. Quartier (Nr. 4 der Tab. I) wurden 6 nahe der Bestäubungsgrenze stehende Kiefern untersucht; das Ergebnis war: 3, 35,

21, 5, 8 und 6 lebende Raupen. Auf einem mitten im Flugquartier, aber an einem sogenannten Steilrand an einer jungen Kultur stockenden Probestamm wurden auffälligerweise noch 68 lebende Eulenraupen gefunden, nach Forestitbestäubung eine außergewöhnlich hohe Zahl. War doch sonst der normale Befund, daß entweder keine einzige Eulenraupe oder nur noch einige (2—5 Stück) entdeckt werden konnten (vgl. Tab. I). Die Erklärung für diesen Fall ist wohl darin zu suchen, daß solche „Steilränder" infolge gewisser atmosphärischer Eigenheiten (Windströmungen) oft sehr schwer zu bestäuben sind, wie mir auch von seiten der Herren Piloten mitgeteilt wurde. Doch sind auch diese wenigen schwächer bestäubten Stellen immer noch soweit von dem Schädling gereinigt, daß eine weitere Gefahr selbst für diese Plätze nicht mehr zu befürchten ist; auch spielen sie im Rahmen des Ganzen nur eine ganz untergeordnete Rolle. Jedenfalls gibt es heute kein ähnliches Mittel, das in der gleichen Zeit und mit demselben Aufwand (nach den heutigen Verhältnissen ist der Preis für eine Forestitbestäubung nicht höher als der einer Arsenbestäubung) einen so durchschlagenden Erfolg aufzuweisen hätte.

Raupenabfall.

Von großer Wichtigkeit für die Erkenntnis der Wirkungsweise des Forestits im Freiland war die eingehende Beobachtung des Raupenabfalles, d. h. es galt den Zeitpunkt seines Eintrittes und die Reihenfolge der einzelnen Stadien genau festzulegen. Denn daß die durch Laboratoriumsversuche von J. Weis gewonnene Ansicht, daß eine Bekämpfung der Fohreneule durch Forestit „nur dann Aussicht auf Erfolg hat, wenn die jungen Stadien, also Eiräupchen, Einhäuter und Zweihäuter von der Bestäubung erfaßt werden", nicht richtig sein konnte, hatten die Freilandbestäubungen deutlich bewiesen. Zur Klärung dieser Fragen wurde ein 45 ha großer Bestand in der Weise vorbereitet, daß zu dem schon vorhandenen Fangtuch noch zwei weitere gleichmäßig verteilt aufgestellt wurden. Der einzelne Standort wurde verschieden gewählt, d. h. einmal war die Nadelmasse der darüber stehenden Kiefern sehr dicht (Nr. 6 c), im zweiten Fall (Nr. 6 a) war die Dichte etwas über, im 3. (Nr. 6 b) etwas unter dem Durchschnitt. Während der Bestäubung, sie fand am 21. Juni morgens statt, wurden die Fangtücher noch einmal des Kotes entleert, um einen späteren Kotfall genau messen zu können.

Das Flugzeug stieg zur Bestäubung dieser Fläche bei windstillem Wetter um $4{,}55^{h}$ das erste Mal auf und belegte das Flugquartier in 5 Flügen, die bis $6{,}13^{h}$ dauerten, mit 2250 kg Forestit; also trafen wiederum genau 50 kg auf 1 ha. Es wurde nun für jedes Fangtuch die genaue Bestäubungszeit des Standortes festgestellt, außerdem darauf geachtet, wie und in welcher Dichte sich die Forestitwolke in die Kronenregion einsenkte.

Tabelle III. Prozentmäßige Darstellung des Raupenabfalles (Fohreneule) in kurzen Abständen nach Forestitbestäubung (21. 6. 1931) mit Ausscheidung nach den einzelnen Stadien für 3 verschieden stark bestäubte Standorte.

Nr. d. Fangtuches Bestäubungszeit	Nadelmasse des Standorts	Bestäubungsdichte d. Standorts	Zeit der Absammlung		Abgefall. Raupen			Es entfallen auf das							
					insgesamt		einz.	II. Stadium		III. Stadium		IV. Studium		V. Studium	
			Datum	Tageszeit	Stck.	%	Stck.	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr. 6c-Bestäubung um 5^{30}	dicht; 1,4 mal Durchschnitt	sehr dicht eingestäubt	21. 6.	6^{47}	27	**4,7**	27	—	—	21	**28,0**	27	**36,0**	27	**36,0**
			21. 6.	7^{13}	75	**13,2**	48								
			21. 6.	7^{39}	105	**18,4**	30	—	—	11	**36,7**	15	**50,0**	4	**13,3**
			21. 6.	8^{09}	168	**29,5**	63	3	**4,8**	19	**30,1**	19	**30,2**	22	**34,9**
			21. 6.	10^{26}	329	**57,8**	161	24	**14,9**	23	**14,3**	52	**32,3**	62	**38,5**
			21. 6.	11^{12}	362	**63,5**	33	—	—	4	**12,1**	15	**45,5**	14	**42,4**
			21. 6.	11^{28}	374	**65,7**	12	—	—	16	**21,6**	33	**44,6**	25	**33,8**
			21. 6.	15^{08}	436	**76,3**	62								
			21. 6.	20^{50}	462	**81,0**	26	—	—	6	**23,1**	11	**42,3**	9	**34,6**
			22. 6.	14^{45}	507	**89,0**	45	3	**6,7**	5	**11,1**	18	**40,0**	19	**42,2**
			23. 6.	10^{30}	546	**95,8**	39	—	—	2	**5,1**	20	**51,3**	17	**43,6**
			24. 6.	10^{25}	562	**98,6**	16	—	—	—	—	9	**56,2**	7	**43,8**
			bis 24.	10^{15}	562	**98.6**	—	30	**5,3**	107	**19,0**	219	**39.0**	206	**36,7**
			25.-29.	—	569	**100,0**	7	—	—	—	—	—	—	—	—
Nr. 6a-Bestäubung um 6^{10}	sehr dicht; 1,8 mal Durchschnitt	normal dicht eingestäubt	21. 6.	6^{40}	1	**0,1**	1	—	—	6	**22,2**	11	**40,7**	10	**37,1**
			21. 6.	7^{22}	27	**3,6**	26								
			21. 6.	7^{34}	34	**4,6**	7	3	**3,9**	13	**17,1**	28	**36,9**	32	**42,1**
			21. 6.	8^{21}	103	**13,9**	69								
			21. 6.	10^{44}	325	**43,8**	222	22	**9,9**	24	**10,8**	85	**38,3**	91	**41,0**
			21. 6.	11^{38}	392	**52,9**	67	—	—	16	**23,9**	27	**40,3**	24	**35,8**
			21. 6.	15^{25}	491	**66,1**	99	—	—	7	**7,1**	53	**53,5**	39	**39,4**
			21. 6.	20^{35}	527	**71,0**	36	—	—	2	**5,6**	18	**50,0**	16	**44,4**
			22. 6.	15^{05}	609	**82,1**	82	1	**1,2**	6	**7,3**	20	**24,4**	55	**67,1**
			23. 6.	10^{00}	651	**87,8**	42	—	—	2	**4,8**	22	**52,3**	18	**42,9**
			24. 6.	10^{00}	703	**94,8**	52	—	—	—	—	29	**55,8**	23	**44,2**
			bis 24.	10^{00}	703	**94,8**	—	26	**3,7**	76	**10.8**	293	**41,7**	308	**43,8**
			25.-29.	—	742	**100,0**	39	—	—	—	—	—	—	—	—
Nr. 6b-Bestäubung um 6^{10}	etwas unter Durchschnitt	schwach eingestäubt	21. 6.	7^{30}	3	**1,4**	3	—	—	9	**18,0**	19	**38,0**	22	**44,0**
			21. 6.	8^{30}	17	**8,1**	14								
			21. 6.	10^{57}	50	**23,9**	33								
			21. 6.	11^{49}	64	**30,6**	14	—	—	6	**42,8**	2	**14.3**	6	**42.9**
			21. 6.	15^{37}	99	**47,4**	35	—	—	6	**10,4**	25	**43,1**	27	**46,5**
			21. 6.	20^{15}	122	**58,4**	23								
			22. 6.	15^{40}	161	**77,0**	39	5	**12,8**	4	**10,3**	7	**17,9**	23	**59,0**
			23. 6.	11^{00}	175	**83,8**	14	—	—	1	**7,1**	7	**50,0**	6	**42,9**
			24. 6	10^{30}	191	**91,3**	16	—	—	—	—	9	**56,2**	7	**43,8**
			bis 24.	10^{30}	191	**91,3**	—	5	**2.6**	26	**13,6**	69	**36.1**	91	**47,7**
			25.-29.	—	209	**100,0**	18	—	—	—	—	—	—	—	—

Bereits 25 Minuten nach dem Einfall der Giftwolken fielen an dichter bestäubten Stellen die ersten Raupen zu Boden; jetzt wurde mit dem Absammeln der Raupen von den Fangtüchern begonnen, was in gewissen Zeitabständen wiederholt wurde. Die Raupen wurden getrennt in Alkohol gebracht, um später für jedes Fangtuch und jeden Zeitpunkt Zahl und Stadien feststellen zu können.

Die ersten 3 Stunden nach der Bestäubung nahm die Zahl der abgesammelten Raupen bei jedem Rundgang ständig zu. Erst gegen Mittag wurden es weniger, die Zeitabstände des Sammelns konnten nun größer gemacht werden. Das Ergebnis für die 3 Fangtücher ist in Tabelle III zusammengestellt; in ihr ist auch die Prozentzahl der insgesamt abgefallenen Raupen angegeben. Am Abend des Bestäubungstages waren an dem am dichtesten bestäubten Standort des Fangtuches Nr. 6 c bereits 81% sämtlicher Raupen abgefallen, an dem normalbestäubten des Fangtuches Nr. 6 a waren es 71%, während an der schwach bestäubten Stelle von Nr. 6 b, die außerdem die geringste Nadelmasse über sich hatte, erst 58,4% aller Raupen zu Boden gefallen waren. Der Hauptteil der Raupen fällt also schon am 1. Tage von den Bäumen herunter, und zwar wird der Abfall durch dichteres Einstäuben wesentlich beschleunigt.

Die in unregelmäßigen Zeitabständen gewonnenen Ziffern des Raupenfalles geben aber noch kein deutliches Bild über seine zeitliche Verteilung vor allem in den ersten Stunden nach der Bestäubung. Um dieses zu erhalten, ist eine Umrechnung des Raupenabfalles auf eine Zeiteinheit, etwa $^1/_2$ oder 1 Stunde, notwendig. Am einfachsten gestaltet sich hierbei die graphische Methode: Die Stückzahl der bis zu den einzelnen Abnahmeterminen insgesamt abgesammelten Raupen (Spalte 6 der Tab. III) wird graphisch aufgetragen; die kurvenmäßige Verbindung dieser Punkte bildet eine je nach Bestäubungsdichte mehr oder weniger steil ansteigende S-Linie, die allmählich immer flacher wird. Aus dieser Kurve läßt sich für jede Zeiteinheit die entsprechende Zahl abgefallener Raupen abgreifen. Hier wurde als Einheit die halbe Stunde gewählt, die so erhaltenen Werte sind in Tabelle IV zusammengestellt. Sie zeigt deutlich ein rasches Ansteigen des Raupenabfalles bis zu einem Höhepunkt, von dem aus ein immer langsamer werdendes Absinken erfolgt. Ein anschauliches Bild hiervon gibt die graphische Darstellung dieser Tabelle, wie sie in Abb. 3 ausgeführt ist. Wir sehen, daß die dichtere Bestäubung (Fangtuch Nr. 6 c) außer dem prozentmäßig stärkeren Raupenabfall (vgl. vor) auch früher den Höhepunkt erreicht: Bei Nr. 6 c war dieser bereits 2 Stunden 25 Minuten nach der Bestäubung eingetreten, bei Nr. 6 a dauerte es 3 Stunden 5 Minuten, bei dem am schwächsten bestäubten Standort von Nr. 6 b 3 Stunden 35 Minuten. Auch das Absinken der Kurve richtet sich darnach, wie es Abb. 3 deutlich erkennen läßt: Je geringer der Forestitbelag auf den Bäumen war, desto flacher wird die Kuppe, d. h. desto länger dauert der weitere Raupenabfall.

Tabelle IV.

Durch graphische Interpolation gefundene Werte für den Raupenabfall (Fohreneule) pro Zeiteinheit (= 30 Minuten) nach Forestitbestäubung (21. 6. 1931) für 3 verschieden stark bestäubte Standorte.

Zeit (21. 6. 1931)	Fangtuch Nr. 6c Bestäubung um 5^{20}	Fangtuch Nr. 6a Bestäubung um 6^{10}	Fangtuch Nr. 6b Bestäubung um 6^{10}	Zeit (Fortsetzung)	Fangtuch Nr. 6c	Fangtuch Nr. 6a	Fangtuch Nr. 6b
von / bis	Stück abgefallene Raupen (interpoliert)			von / bis	Stück abgefallene Raupen (interpoliert)		
5^{30}				13^{00}			
	2,1	—	—		8,2	14,7	5,0
6^{00}				13^{30}			
	13,3	0	0		6,9	12,0	4,8
6^{30}				14^{00}			
	28,0	7,6	0		6,1	9,9	4,6
7^{00}				14^{30}			
	51,6	26,8	1,7		5,4	8,2	4,2
7^{30}				15^{00}			
	56,0	39,0	4,6		4,2	6,7	3,7
8^{00}				15^{30}			
	51,2	45,3	6,7		3,4	5,1	3,4
8^{30}				16^{00}			
	42,4	50,7	7,4		2,9	3,5	3,2
9^{00}				16^{30}			
	36,0	**53,4**	7,9		2,6	3,0	3,0
9^{30}				17^{00}			
	31,8	50,6	**8,4**		2,4	2,8	2,8
10^{00}				17^{30}			
	25,2	45,8	8,0		2,2	2,6	2,5
10^{30}				18^{00}			
	20,4	36,9	7,2		2,0	2,4	2,2
11^{00}				18^{30}			
	16,2	30,4	6,6		1,8	2,2	1,9
11^{30}				19^{00}			
	13,2	24,9	6,2		1,6	2,0	1,7
12^{00}				19^{30}			
	11,4	20,1	5,8		1,4	1,8	1,6
12^{30}				20^{00}			
	9,7	17,0	5,4		1,3	1,6	1,5
13^{00}				20^{30}	461,0	527,0	122,0

Dieser Versuch gab gleichzeitig Aufschluß über den zeitlichen Eintritt der Forestitwirkung bei den einzelnen Stadien. Vorausbemerkt sei, daß im Freiland ohne größeren Aufwand, wie Gerüste usw. lediglich der Zeitpunkt des Abfalles von den Bäumen festgestellt werden kann, dieser aber

noch lange nicht mit dem Zeitpunkt der Reaktion auf die Forestitberührung identisch zu sein braucht. Es wurden nach Fangtuch und Abnahmetermin getrennt die Stadien der Raupen bestimmt, die Ergebnisse sind aus Tabelle III ersichtlich. Darnach läßt sich im großen und ganzen ein besonderes Verhalten irgendeines Stadiums kaum erkennen; besonders am Zeitpunkte des stärksten Raupenabfalles entspricht das Stadienverhältnis so ziemlich dem Durchschnitt. Kleinere Abweichungen vorher und nach-

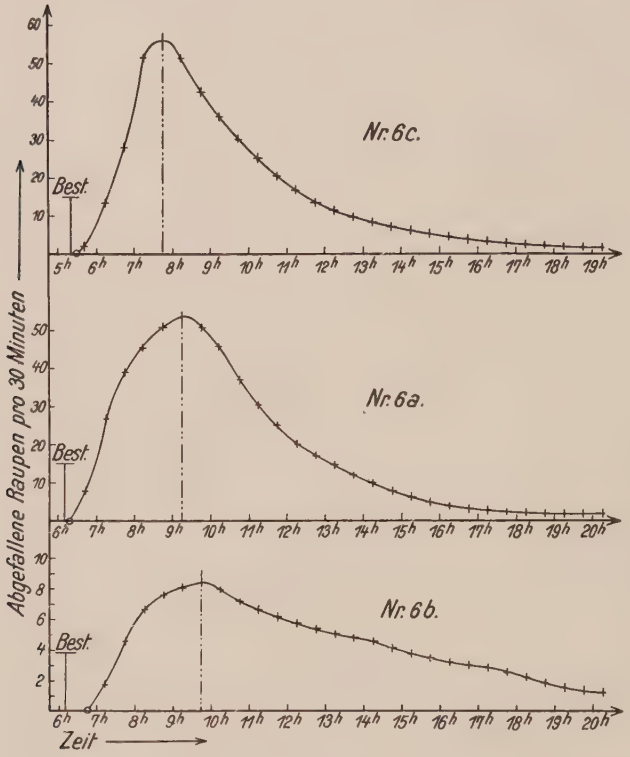


Abb. 3. Pro Zeiteinheit (= 30 Minuten) abgefallene Raupen der Fohreneule nach Forestitbestäubung. Fangtuch Nr. 6c = stark bestäubte, Nr. 6a = normal, Nr. 6b = schwach bestäubte Stelle.

her vermögen daran nicht allzuviel zu ändern; am Anfange läßt sich beobachten, daß gerade die jüngsten Stadien (hier das 2. Stadium, da Eiräupchen nicht mehr vorhanden waren) erst nach einiger Zeit zu Boden fallen, was seinen Grund darin haben kann, daß die kleineren Raupen sich infolge ihres Spinnvermögens, ihrer Leichtigkeit usw. länger auf den Nadeln zu halten vermögen. Andererseits wird gegen das Ende des Raupenabfalles, wenn jedoch mindestens die Hälfte sämtlicher Raupen bereits zu Boden gefallen ist, der Prozentsatz an älteren Stadien etwas größer, die letzten Tage pflegen es nur noch Drei- und Vierhäuter zu sein; doch spielen diese im Rahmen des Ganzen nur eine sehr untergeordnete Rolle (2—3%.)

In der Hauptsache ist der Abfall der Ranpenstadien nur von der Bestäubungsdichte abhängig; nimmt diese zu, so reagieren alle Stadien rascher.

Der Kotfall nach der Bestäubung entsprach ganz den Erwartungen: Im Fangtuch Nr. 6c, das vom 26. 6. mittags bis 21. 6. früh 26 ccm Kot enthalten hatte, wurde bis 21. mittags nur noch 1 ccm und von da überhaupt kein Kot mehr gefunden; der Kotfall muß also an dieser stark bestäubten Stelle schlagartig aufgehört haben. Fangtuch Nr. 6a, das einen besonders dichten Standort hatte und infolgedessen vom 20. mittags bis 21. früh 60 ccm Kot enthielt, hatte bis 21. mittags noch 7 ccm, von da ab nur noch kaum meßbare Spuren. Fangtuch Nr. 6b enthielt entsprechend seines geringeren Raupenbelages in der Zeit vom 20. mittags bis 21. früh 18 ccm Kot; es war das einzige Fangtuch, das außer dem am Bestäubungstage noch abgefallenen 2 ccm auch am zweiten Tage noch weitere 2 ccm Kot enthielt, was ja durch den hier langsameren Raupenabfall genügend erklärt wird.

Zur Vervollständigung wurden auch hier im Bestand Probefällungen einige Tage darnach vorgenommen, die wie bei der ersten Bestäubung das hervorragende Ergebnis: 0—2 Eulenraupen pro Stamm hatten.

Die obigen Versuche wurden bei einem 40 ha großen Flugquartier am 27. Juni wiederholt. Hier wurden die Abnahmezeiten für die Raupen kürzer genommen, um ein noch genaueres Bild des Raupenabfalles zu haben. Tatsächlich zeigte es sich in einem Falle, daß neben dem normalen Höhepunkt des Raupenabfalles ca. 3 Stunden nach der Bestäubung nochmals ein kleines Anschwellen der Zahl pro Zeiteinheit abgefallener Raupen nachmittags gegen 15 Uhr stattfinden kann, was vielleicht mit dem Tagesmaximum der Temperatur zusammenhängt. Es ist leicht denkbar, daß eine durch Temperatursteigerung bedingte erhöhte Beweglichkeit auch die Möglichkeit neuer Berührung oder auch eine schnellere Reaktion bedingt.

Einiges über die Giftwirkung des Forestits.

Der große Unterschied in der Wirkung zwischen Bestäubung von Raupen (Fohreneule, Spanner) im Laboratorium und im Freiland muß auffallen. Warum reagieren ältere Stadien im Laboratorium nur schlecht oder gar nicht, im Walde dagegen so schlagartig? Es ist ja möglich, daß die im Freiland getroffenen Raupen lediglich zum Abfallen gebracht und für einige Zeit derart geschwächt werden, daß ihnen die Möglichkeit zum Stamme emporzugelangen fehlt und sie daher im Laufe dieser Zeit verhungern müssen; auch behaften sich die herabgefallenen Raupen noch am Boden beim Umherkriechen immer wieder mit dem verstäubten Kontaktmittel und es trägt vielleicht gerade die wiederholte Berührung mit Forestit nicht unwesentlich an seinem durchgreifenden Erfolg im Freiland bei.

Nach Angaben in der Literatur (Escherich, Weis) scheint das Forestit zu der Gruppe von Kontaktgiften zu gehören, die auf das Nervensystem

wirken (Nerven-Muskelgifte); jedenfalls kommt eine reine Ätzwirkung nicht in Frage und auch als Fraßgift spielt Forestit höchstens eine ganz untergeordnete Rolle.

Die Wirkung, die nach dem Obengesagten bei allen Stadien ziemlich gleichzeitig in einem ganz bestimmten Zeitpunkte nach der Bestäubung einsetzt, äußert sich sowohl bei den einzelnen Stadien, als auch bei den verschiedenen Individuen ganz verschieden. Die jüngeren Raupen werden meist bald schlaff, spinnen sich teilweise noch ab und verenden mehr oder weniger rasch. Bei den älteren Raupen treten an der getroffenen Stelle die Krümmungserscheinungen besonders deutlich hervor und es dauert manchmal Stunden sogar Tage, bis auch sie erlahmen. Viele von ihnen stoßen meist aus der Mundöffnung eine grünliche Flüssigkeit aus, wie auch von Weis schon beobachtet wurde; die Fangtücher in Forestitbeständen waren stets von teils größeren, teils kleineren schmutziggrünen Flecken bedeckt. Eine Beobachtung ist besonders interessant: In einigen Fällen wiesen Raupen in der mittleren Partie des Körpers einen schmalen dunklen Streifen auf, der ringartig die Raupe einschnürte. Bei näherem Zusehen zeigte sich, daß sich die betreffende Raupe am Zeitpunkte der Bestäubung gerade in der Häutung befunden hatte; der dunkle Ring war nichts anderes als zusammengeschobene Reste der alten Larvenhaut. Die starke Einschnürung deutet darauf hin, daß die Berührung mit Forestit bei der Fohreneule auch Muskelschwellungen hervorrufen kann.

Entgegen der Feststellung Dinglers, daß unter den chemischen Bekämpfungsmitteln „die Magengifte eubiozönotischer" seien als die Kontaktgifte, konnte anläßlich der Forestitbestäubung im Lorenzer Reichswald irgendeine Störung der pflanzlichen und tierischen Biozönose des Waldes niemals beobachtet werden. Ein schädigender Einfluß auf die Pflanzenwelt, wie Versengen, Schlaffwerden, Bleichen usw. von Blättern oder Blüten, konnte nirgends festgestellt werden. Warmblüter, wie Vögel, Hasen, Eichhörnchen und Rehe konnte ich während und nach der Bestäubung ohne irgendwelche sichtbare Schädigung oder auffallendes Verhalten beobachten. Auch auf Käfer, zum mindesten auf solche, die einen etwas stärkeren Chitinpanzer haben, scheint Forestit wirkungslos zu sein. Bei den zahlreich umherlaufenden Puppenräubern (*Calosoma sycophanta*) sowie bei *Elateriden* konnte ich irgendeine Einwirkung infolge des oft sehr dichten Forestitsbelages niemals bemerken. Ebenso haben vergleichende Untersuchungen über die Kronen- und Streufauna aus bestäubten und unbestäubten Beständen, deren genaues Ergebnis an anderer Stelle veröffentlicht wird, gezeigt, daß irgendein Unterschied nicht zu beobachten ist.[1])

[1]) Die Wirkung des Forestits auf Bienen wird in der Bayerischen Landesanstalt für Bienenzucht in Erlangen (Prof. Zander) untersucht.

Wann empfiehlt sich die Anwendung von Forestit?

Nach den hier gemachten Erfahrungen mit Forestit im Freiland ist seine Anwendung bei der Fohreneule und nach A. v. Bülow auch bei dem Kiefernspanner unbedingt anzuraten, sobald man sich zu einer größeren Bekämpfungsaktion entschlossen hat. Diese Ansicht hat bereits Escherich in der Zeitschrift „Silva 1931, Nr. 33" geäußert. Über seine Vorzüge gegenüber dem Arsen wurde ja schon oben berichtet. Bei Kiefernspannerkalamitäten wird man die Verwendungsmöglichkeit von Forestit in Zukunft um so mehr begrüßen, als hier eine Arsenbestäubung vor allem bei den älteren Stadien oft von sehr zweifelhaftem Erfolg begleitet war.

Der Anwendungsbereich des Forestits ist nicht allein zeitlich (da das Alter des Schädlings hier gar keine oder höchstens eine ganz untergeordnete Rolle spielt), sondern auch nach dem Fraßgrad in den befallenen Beständen gegenüber dem Arsen wesentlich erweitert: Der rasche und praktisch 100prozentige Erfolg ermöglicht es, kurz vor dem Kahlfraß stehende Bestände, die innerhalb weniger Tage mit ziemlicher Sicherheit verloren wären, vor weiterem Fraß zu schützen und dadurch mit großer Wahrscheinlichkeit noch zu retten.

Zusammenfassung.

1. Forestit wirkt bei Flugzeugbestäubung von 50 kg auf 1 ha ziemlich gleichmäßig auf Eulenraupen aller Stadien.
2. In normal bestäubten Beständen ist 3 Stunden nach der Bestäubung der Höhepunkt des Raupenabfalles erreicht, an dichter bestäubten Stellen tritt dieser Zeitpunkt etwas früher, an weniger dichten etwas später ein.
3. Je nach Bestäubungsdichte fallen am 1. Tage 60—80% sämtlicher Raupen zu Boden, der Rest folgt im Laufe der nächsten 2—3 Tage.
4. Diejenigen von den abgefallenen Eulenraupen, die versuchten, wieder am Stamm hinaufzugelangen, erreichten die Kronenregion nicht mehr; Probestammfällungen ergaben in den meisten Fällen, daß vom 3. Tage nach der Bestäubung an die Kiefern meist keine einzige, manchmal noch 1—5 lebende Eulenraupen enthielten.
5. Die Anwendung des neuen Kontaktmittels hat gegenüber den bisher verwandten Arsengiften folgende Vorzüge:

   Forestit wirkt schlagartig auf den Schädling und ist infolgedessen von der auf die Bestäubung folgenden Witterung so gut wie unabhängig.

   Forestit bringt bei normaler Bestäubung (50 kg auf 1 ha) praktisch 100% des Schädlings zum Absterben, daher ist durch seine Anwendung die Rettung schon kurz vor dem Kahlfraß stehender Bestände noch möglich.

Literatur.

Berwig, W., Untersuchungen über die Wirkung von Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Forstw. Centralbl. 1928, 50. Jahrg.

— — Laboratoriumsversuche zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entom. 1931, Bd. 17.

Bülow, A. v., Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners 1929. Der Deutsche Forstwirt Bd. 12, Nr. 37.

Dingler, M., Niederhaltung, nicht Ausrottung! Ökologische Betrachtungen zur forstlichen Schädlingsbekämpfung. Forstw. Centralbl. 1930, 52. Jahrg.

Eidmann, H., und Berwig, W., Untersuchungen über physikalische Eigenschaften, insbesondere die Haftfähigkeit von Arsenbestäubungsmitteln. Forstw. Centralbl. 1928, 50. Jahrg.

Escherich, K., Kieferneulenkatastrophe und Forstentomologie. Ber. üb. die 21. Hauptversammlung des d. Forstvereins. Bamberg 1924.

— — Die Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners im bayer. Forstamt Ensdorf. Forstw Centralbl. 1926, 48. Jahrg.

— — Neuzeitliche Bekämpfung tierischer Schädlinge. Berlin, Verlag Springer, 1927.

— — Über die Wirkung von verschiedenen Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Forstw. Centralbl. 1928, 50. Jahrg.

— — Der heutige Stand der Arsenbekämpfung der Forstschädlinge mittels Flugzeug. Ebenda.

— — Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge. Flugschr. d. d. Ges. f. angew. Entomologie Nr. 12, 1929.

— — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3. Berlin, Verlag Paul Parey, 1931.

— — Ein neuer Fortschritt in der Forstschädlingsbekämpfung. „Silva" 1931, 19. Jahrg., Heft 33.

Kalandadze, L., Die Wirkung von Arsenpräparaten auf die wichtigsten Forstschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entom. 1927, Bd. 12.

Krieg, H., Massenvergiftung von Tieren durch Arsenbestäubung vom Flugzeug. Zeitschr. f. angew. Chemie 1927, 40. Jahrg.

Meyer, E., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entom. 1931, Bd. 18.

Reißig, Beobachtungen und Erfahrungen bei der Spannerbekämpfung mittels Flugzeugs im Jahre 1926. Forstw. Centralbl. 1927, 49. Jahrg.

Rettig, Das Auftreten der Kiefernbuschhornblattwespe *(Lophyrus pini)* in Baden 1927. „Silva" 1928, 16. Jahrg.

Sachtleben, H., Die Forleule, *Panolis flammea* Schiff. Monogr. z. Pflanzensch. Bd. 3. Berlin, Verlag Springer, 1929.

Stellwaag, F., Arsenmittel gegen Wein- und Obstbauschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entom. 1921, Bd. 6.

— — Giftigkeit und -wert der Insektizide. Anzeiger f. Schädlingsk. 1929 und 1930.

Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung. Leipzig 1927.

Weis, I., Versuche über die Wirkung von Kontaktgiften auf Schmetterlingsraupen. Zeitschr. f. angew. Entom. 1931, Bd. 17.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie bei Insekten. I. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entom. 1931, Bd. 17.

Die Nahrungsnormen des Kieferspinners (Dendrolimus pini L.).

Von

A. G. Lebedev und **A. N. Savenkov.**

In unserem vorigen Aufsatz[1]) erwähnten wir, daß von uns eine Untersuchung eingeleitet ist, um die Menge des von einer Raupe des Kieferspinners im Laufe der ganzen Ernährungsperiode unter den klimatischen Bedingungen der Ukraine vertilgter Nadeln zu ermitteln. Diese in praktischer Hinsicht sehr wichtige Frage ist in der angewandten Entomologie durchaus nicht neu. Sie wurde vor fast hundert Jahren von Ratzeburg aufgeworfen und im Jahr 1838 sogar in befriedigender Weise von ihm gelöst. In seinem klassischen Werk: „Die Forst-Insekten" schreibt er darüber folgendes: „Ich habe in den Jahren 1837 und 1838 sehr sorgfältig dieselbe Raupe, von der ich die Häutungen im allgemeinen angab, auch hinsichtlich ihrer Gefräßigkeit beobachtet und jeden Tag verzeichnet, wie viel sie verzehrt hatte. Wenn ich da die kurze Zeit des Herbstfraßes bis zur ersten Häutung, während welcher nur kleine, nicht gut zu berechnende Nadeltheile verbraucht wurden, abrechne, so hat die Raupe 815 ganze und 14 halbe Nadeln bis zu ihrer Verpuppung gefressen. Die Raupe war übrigens sehr kräftig und der aus ihrer Puppe hervorgehende Falter vollkommen entwickelt, so daß man annehmen darf, die ganze Erziehung in der Stube wird von der Entwickelung anderer Raupen im Freien nicht sehr abweichend gewesen sein. Wollten wir den letzteren auch etwas mehr Kraft zuschreiben und die bis zur ersten Häutung verbrauchte Nadelmenge etwa auf 50 anschlagen, so würden auf jede normal sich entwickelnde Raupe durchschnittlich 1000 Nadeln zu rechnen sein. Da es sich nun ziemlich leicht berechnen lassen wird: wie viele Nadeln ungefähr ein Baum von gegebenem Alter hat, so wird man nun auch leicht beurtheilen können: wie viele Raupen etwa dazu gehören ihn kahl zu fressen."

[1]) S. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. XVI, H. 1.

Im selben Maße, in welchem obige Ausführungen, wenn auch — mit einigen Einschränkungen, annehmbar sind — im selben Maße ist das von Ratzeburg in der Anmerkung Gesagte unverständlich. Nach seinem Bericht fraß eine soeben mit der Häutung fertig gewordene Raupe der letzten Phase während 24 Stunden (vom 1. bis zum 2. VII.) 151 Kiefernadeln, und während der zwei nächsten Tage (2.—4. VII.) nochmals 150 Nadeln! Das ist natürlich ganz unwahrscheinlich, denn nimmt man das durchschnittliche Gewicht einer Nadel gleich 0,03 g an, so müßte die Raupe während 24 Stunden 4,5 g gefressen haben, oder bei doppelt so großem Gewicht der Nadel wäre das Gewicht des Gefressenen schon gleich 9 g! Eine so ungewöhnliche Gefräßigkeit ist undenkbar, da in allen unseren Versuchen und in denjenigen Ecksteins keine einzige Raupe, sogar zu Zeiten intensivster Ernährung, mehr als 0,3 g pro die vertilgte. Ebensowenig vertrauenerweckend erscheinen uns die Versuche Regeners, von denen Ratzeburg in derselben Anmerkung spricht (S. 143). Alles dieses veranlaßte uns, den Worten Ratzeburgs einiges Mißtrauen zu zollen und seine Beobachtungen einer sorgfältigeren Nachprüfung zu unterwerfen.

Der folgende Forscher, der das Ernährungsregime des Kieferspinners untersuchte, war Eckstein[1]). Bei seinem vielseitigen Studium der Biologie dieses Schädlings wandte er der Frage über die Quantität der Raupennahrung viel Aufmerksamkeit zu. Aber er wählte, ebenso wie Ratzeburg, die Zahl der von jeder Raupe gefressenen Nadeln und kam zum Ergebnis, daß die Raupe bis zur Überwinterung durchschnittlich 154 Nadeln ganz und 16 Nadeln teilweise auffrißt, nach der Überwinterung, bis zur Verpuppung 600 Nadeln. Diese Angaben stehen, wie wir sehen, den Ergebnissen bei Ratzeburg sehr nahe und haben den mit ihnen gemeinsamen Fehler einer gewissen Willkürlichkeit. Das ist mit genügender Klarheit auch aus den Tabellen in der Arbeit dieses Autors und aus den Gewichtsmengen der von jeder Raupe vertilgten Nadeln zu ersehen. Zweifellos war sich Eckstein selber dessen gut bewußt, denn indem er als mittlere Zahl bei überwinterten Raupen 600 Nadeln annimmt, fügt er hinzu: „wobei zu beachten ist, daß die Nadeln untereinander nach Länge, Dicke und Gewicht und unter Berücksichtigung der verschiedenen Standortsverhältnisse auch nach ihrem Nahrstoffgehalt wesentliche Verschiedenheiten zeigen", und ferner: „Aus wirtschaftlichen Gründen erschien es wünschenswert nicht nur die Zahl, sondern auch das Gewicht der von den Raupen verzehrten Nadeln festzustellen." Und dessenungeachtet wählte der Autor zwecks Ermittlung der Gewichtsmenge der vertilgten Nadeln die ziemlich ungenaue Methode der Wägung der Zweige vor und nach der Fütterung. Den Fehler hoffte er dadurch zu korrigieren, daß er Kontrollzweige aufwog, zur Berechnung des Gewichtsverlustes durch Ver-

[1]) Zool. Jahrbücher Bd. 31, 1911, S. 59.

dunstung. Ganz abgesehen davon, daß es schwer ist, gleiche Zweige zu wählen, muß aber beachtet werden, daß die Verdunstung bei einem dem Fraß ausgesetzten Zweig und bei dem Kontrollzweig sehr verschieden sein muß, ebenso verschieden muß sie bei abgetrennten und nicht abgetrennten Zweigen sein; zieht man nun die geringen Gewichtsmengen in Betracht, mit denen operiert wurde, so muß zugestanden werden, daß Fehler unvermeidlich waren und daß sie sehr bedeutend sein mußten, so daß diese Methode keine zuverlässigen Resultate ergeben konnte.

Dabei ist die Kenntnis des durchschnittlichen Gewichts der von einer Raupe verzehrten Nadeln von größerer Wichtigkeit, als die mittlere Zahl der Nadeln, und sogar unumgänglich nötig, da wir bei Lösung der Frage über die Notwendigkeit einer Bekämpfung alle unsere Berechnungen auf dem allgemeinen Gewicht der Nadeln an den gegebenen Modellbäumen aufbauen müssen. Das Aufwiegen der Nadeln geht rascher und leichter als das Zählen derselben. Auch kann keinesfalls das Gewicht von 600 Nadeln gleich 35 g gesetzt werden, da die Nadeln sogar an ein und demselben Baum sowohl nach linearem Maß, als auch nach Gewicht äußerst stark variieren.

Als Beispiel seien einige Gewichtszahlen ein- und zweijähriger Kiefernnadeln angeführt, die von 30jährigen Bäumen aus einer künstlichen Anpflanzung genommen wurden, wo wir unsere Versuche anstellen.

Das Gewicht von 100 frischen Nadeln von 24 Zweigen.

Alter der Nadeln	Gewicht in g		Bemerkung
	Extreme	Durchschnitt	
Einjährig . .	2,9600— 6,0000	4,2700	Die Nadeln wurden gegen Ende der Vegetationszeit von der bestrahlten Seite der Krone genommen; für den Zweig wurde das mittlere Gewicht von 100 Nadeln festgestellt und danach der Mittelwert für 24 Zweige ermittelt.
Zweijährig .	4,4400— 9,6600	6,3400	
	5,3700— 9,6200	7,4300	
	4,0000—14,0800	7,8400	

Schon auf Grund dieser Ergebnisse können wir uns davon überzeugen, daß das Gewicht von 600 Nadeln zwischen 17,76 und 84,48 g das Gewicht einer Nadel zwischen 0,029 und 0,14 g schwankt. Wir begnügten uns jedoch nicht mit diesen Ergebnissen, sondern wandten uns an den Förster der Bojarkischen Experimentalwissenschaftlichen Forstei, Herrn K. J. Sidorenko mit der Bitte, einige Resultate seiner Untersuchungen über das Gewicht der Nadeln benutzen zu dürfen, die er in der Forstei in großem Maßstabe angestellt hatte. Mit seiner liebenswürdigen Genehmigung führen wir weiter unten eine seiner Tabellen an, die einige Vorstellung gibt über die Zahl der Nadeln eines Baumes je nach dessen Alter, sowie einige von genanntem Herrn erzielte Schlußfolgerungen. Obwohl die Wägungen im Herbst bei niedriger Temperatur ausgeführt wurden, muß in Betracht gezogen werden, daß das wirkliche

Gewicht der Nadeln höher sein muß, da Verluste durch Verdunstung und abfallende Nadeln bei solchen umständlichen und zeitraubenden Arbeiten unvermeidlich sind.

Altersklasse	Bonität	Klasse nach Kraft	Fülle	Mittleres Gewicht der Nadeln in kg auf 1 Baum		Allgemeines mittleres Gewicht der Nadeln 1 Baumes	Zahl der Nadeln in 100 g		Zahl der Nadeln auf 1 Baum in Tausenden	
				1jährige	sonstige		1jährige	sonstige	1jährige	sonstige
I	I	II	0,9	3,617	4,666	8,283	3660	3813	133	178
II	„	„	0,7	7,542	4,505	12,047	3740	4494	282	203
III	„	„	0.3	22,105	19,346	41.751	4552	6375	1006	1233
IV	„	„	0,7	21,777	19,461	41,238	4207	6501	916	1265
V	„	„	0.6	18,865	16,643	35.508	3311	5268	625	877
VI	„	„	0,6	20,133	15,799	35.932	—	—	—	—

Leider haben die Angaben Sidorenkos einen großen Mangel, der die erzielten Resultate unvergleichbar macht, — das ist die verschiedene Fülle der Anpflanzungen, aus denen einzelne Bäume herausgegriffen wurden. Das hat aber für unsere Zwecke keine wesentliche Bedeutung, weshalb wir uns erlaubt haben, diese Zahlen anzuführen. Aus der Tabelle können einige, wenn auch provisorische, Schlüsse gezogen werden:

1. Die Zahl einjähriger Nadeln ist bis zum Alter von 20 Jahren geringer als diejenige aller übrigen Nadeln; nach diesem Zeitpunkt wird sie vorherrschend.
2. Die Zahl der Nadeln steigt rapide bis zum Alter von 50 Jahren, bleibt sich dann bis zum Alter von 70 Jahren annähernd gleich und beginnt danach langsam zu sinken.
3. Die Nadeln des letzten Sommers sind schwerer als die der vorhergehenden.
4. Das mittlere Gewicht einer einjährigen Nadel schwankt zwischen 0,022 und 0,030 g, einer älteren — zwischen 0,015 und 0,027 g.
5. Mit abnehmender Fülle des Bestandes wächst die Zahl der Nadeln an einem Baum.

Obgleich nun Massenwägungen die individuellen Differenzen im Gewicht einzelner Nadeln in bedeutendem Grade verwischen, so sehen wir doch auch hier noch einige Schwankungen: das Gewicht von 600 einjährigen Nadeln schwankt zwischen 13,20 und 18,00 g, dasjenige älterer — zwischen 9,00 und 16,00 g. Es muß bemerkt werden, daß unsere Ergebnisse mit denen Sidorenkos etwas auseinandergehen: bei unseren Wägungen waren 2jährige Nadeln stets schwerer als einjährige, während bei Sidorenko solches nur bei der ersten Altersklasse vorkam. Das erklärt sich aber unschwer dadurch, daß wir unsere Proben von Bäumen am Waldrande, an der sonnenbeschienenen Seite nahmen, wo die Nadeln besonders stark entwickelt waren. Solche Bedingungen begünstigen

zweifelsohne das energische Wachstum der Endzweige und diese Eigentümlichkeit bleibt bei Randbäumen auch in reiferem Alter bestehen.

Schließen wir also an unsere Ergebnisse noch die Resultate Sidorenkos an, so erhalten wir eine noch weitere Amplitude der Gewichtsschwankungen für 600 Nadeln: 9,00 bis 84,48 g. Daraus folgt, daß das von Eckstein angenommene Standartgewicht von 35 g nicht auf einer genügend festen Grundlage steht. Aus diesem Grunde mußten wir von einer Zählung der Nadeln absehen und uns ausschließlich auf genaue Wägungen stützen. Durch diese Wägungen wollten wir einerseits die mittlere Quantität der von einer Raupe während der ganzen Zeit ihres Wachstums verzehrten Nadeln feststellen, andererseits die Abhängigkeit des Wachstums der Raupe von der Menge der verbrauchten Nahrung nach Möglichkeit zu bestimmen, d. h. einen „Ernährungskoeffizient" in seiner Art. In Übereinstimmung mit dem gestellten Ziel arbeiteten wir ein Verfahren aus, das, obgleich es recht kompliziert ist, auch zuverlässigere und genauere Resultate ergibt.

Methodik der Versuche.

Unsere Versuche wurden unter solchen Bedingungen durchgeführt, die den natürlichen Existenzbedingungen von *D. pini* möglichst nahe kamen. Die soeben aus dem Ei geschlüpften Raupen wurden auf Zweige 30jähriger Kiefern gesetzt, die sich im Revier der entomologischen Station befanden. Die Enden der Zweige wurden mit einer geräumigen Marlihülle auf einem entsprechenden Drahtgerüst umgeben; die Hülle war entsprechend der Farbe der Kiefernnadeln gefärbt und ziemlich grobmaschig. Die Versuche begannen Ende August 1928 und endeten Ende Juli 1929. Zur Fütterung der Raupen wurden Zweige gewählt, die einmal überwinterte, d. h. 2jährige Nadeln trugen.

Bevor die Raupen auf einen Futterzweig gesetzt wurden, entnahmen wir letzterem eine Probe, die etwa 0,2 der ganzen Nadelquantität des Zweiges betrug, zu welchem Zweck von einer Seite des Zweiges, oder richtiger, längs einer Linie auf seiner ganzen Länge die Nadeln abwechselnd über ein Paar abgerupft wurden. Die Probe wurde sogleich gewogen (alle Wägungen überhaupt wurden mittels einer analytischen Wage mit einer Genauigkeit bis zum 4. Dezimalzeichen angeführt); ihr Gewicht, geteilt durch die Zahl der Nadeln, ergab das mittlere Gewicht einer Nadel des gegebenen Zweiges. Zweige mit defekten, wenn auch nur teilweise vergilbten, angefressenen oder abgefallenen Nadeln wurden brakiert, die zum Versuch verwendbaren einer sehr sorgfältigen Musterung unterzogen: alle auch nur etwas beschädigten Nadeln entfernt, auch solitäre Nadeln vernichtet, so daß am Zweig nur paarige und ganz heile verblieben. Es muß ferner bemerkt werden, daß die Zweige 7—10 Tage vor dem Versuch ausgesucht und einer besonderen Vorbereitung unterzogen wurden. Diese bestand darin, daß alle Spitzentriebe zusammen mit den Seitentrieben entfernt

wurden, weshalb das Ende des Zweiges das Aussehen eines geraden Strangs annahm, der nur 2- und 3jährige Nadeln in ganz unberührtem Zustand trug. Das Gewicht 2- und 3jähriger Nadeln wurde gesondert festgestellt.

Am Tage des Versuchs, d. h. der Besetzung des Zweiges mit Raupen, wurde ihm nach oben angegebenem Verfahren eine Probe entnommen, wonach am Zweig ein Drahtgerüst von solchem Umfang befestigt wurde, daß die Nadeln nicht die Marlihülle berühren konnten, mit welcher das Gerüst fest bezogen war. Nach Übertragung der Raupen auf den Zweig wurde die Kappe mit einer entsprechenden Etikette versehen und blieb unter Beobachtung, hauptsächlich damit der richtige Zeitpunkt für die Übertragung der Raupen auf einen neuen Zweig nicht verpaßt wurde. Diese Übertragung wurde nach 7—10 Tagen bewerkstelligt, je nach der Gefräßigkeit der Raupen, ihrer Anzahl und den Dimensionen des Zweiges. Da der Appetit der Raupen mit zunehmendem Alter wächst, mußte zwecks Erhaltung der angegebenen Intervalle der Übertragung und Kontrolle jedesmal die Zahl der Raupen unter jeder Kappe verringert werden. Am Tage der Kontrolle wurde der Futterzweig samt der Kappe abgeschnitten und ins Laboratorium gebracht, wo sogleich eine Zählung der Raupen, Wägung der zusammengesuchten Exkremente und Zählung der übrig gebliebenen Nadeln vorgenommen wurde. Alle Nadeln wurden abgezupft, gezählt und gewogen, — so wurde das Gewicht der verschont gebliebenen Nadeln ermittelt. Durch Multiplikation der Zahl der Nadeln des Zweiges mit dem mittleren Gewicht einer Nadel (Resultat der Probe) wurde das Gewicht des ganzen Futters festgestellt. Durch Abziehung des Gewichts der nachgebliebenen Nadeln erhielten wir das Gewicht der von allen Raupen verzehrten Nadeln, und daraus auch das Gewicht der Futtermenge einer Raupe. Nach der Kontrolle wurden die Raupen unter eine Kappe auf einen beizeiten vorbereiteten Zweig gesetzt, dem am betreffenden Tage eine Probe entnommen worden war.

Vom Augenblick, wo der alte Zweig abgeschnitten wurde bis zum Augenblick, wo die Raupen auf einen neuen Zweig kamen, verstrichen gewöhnlich nicht mehr als 2 Stunden — die einzige Zeit, während welcher die Raupen ohne Futter blieben. Es sei aber bemerkt, daß diese Prozedur stets zwischen 12 und 14 Uhr tags vorgenommen wurde, also zu einer Zeit, wo die Raupen gewöhnlich ausruhen und nicht fressen.

Wir sehen voraus, daß uns mancherlei Einwände wegen einiger Ungenauigkeit unserer Methode gemacht werden können, und halten es für notwendig, einige Erklärungen über die Fragen anzuführen, die sich am ehesten dem Leser aufdrängen können. Die erste Frage, die uns gestellt werden kann, ist die nach dem Wachstum der Nadeln während der einwöchentlichen Ernährung der Raupen unter der Kappe: inwieweit ist ein solches Wachstum während dieser Periode möglich, und kann es nicht einen wesentlichen Einfluß auf das mittlere Gewicht einer Nadel ausüben, das wir am Tage der Übertragung der Raupen auf den Futterzweig bestimmten?

Da unsere Versuche Ende August begannen, wenn die Zunahme des Holzes stehen bleibt, so liegt wohl kaum ein Grund vor zur Annahme, daß das Wachstum der Nadeln, die bereits einmal überwintert haben, fortdauern könnte. Auch wenn es wirklich stattfände, so muß es im September und Oktober so minimal sein, daß es praktisch keinen merklichen Einfluß auf das mittlere Nadelgewicht ausüben kann. Im Hinblick auf den Umstand, daß das Wachstum der Nadeln überhaupt nur 2 Jahre dauert, erlangen wir eine noch größere Gewißheit, daß 2 mal überwinterte Nadeln, mit denen wir unsere Raupen nach der Überwinterung fütterten, praktisch unverändert bleiben.

Ein anderer Einwand, der zu erwarten ist, wird sicherlich das mittlere Gewicht einer Nadel betreffen. Eine Klärung dieser Frage ist besonders wichtig, weil wir selbst einen Einwand wegen der Ungenauigkeit der Ergebnisse Ecksteins bezüglich des Gewichts von 600 Nadeln (35 g) erhoben, auf welchen seine ganze Berechnung der Nadelmasse eines Baumes aufgebaut ist. Um sicher zu sein, daß wir wirklich mit dem mittleren Gewicht einer Nadel operieren, mußten wir die Größe des Fehlers bei der Berechnung des Gewichts der Nahrung auf Grund der von uns angewandten Methode der Proben bestimmen. Zu diesem Zweck analysierten wir Ende September 110 zweijährige Triebe. Die Analyse bestand in der Bestimmung des Gewichts einer Probe von jedem Trieb und des faktischen Gewichts aller Nadeln eines jeden Triebes. Nach der variationsstatistischen Methode bearbeitet, zeigte dieses Material, daß der maximale mittlere Fehler gleich $\pm$ 1,5% ist. Praktisch ist dieser Fehler so gering, daß man ihm keine Beachtung zu schenken und keine Korrektion zu den definitiven Ergebnissen zu machen braucht, die wir weiter unten nach den erlangten Ernährungsnormen einer Raupe anführen. Endlich existiert noch ein Mißstand bei der Berechnung der Gewichtsquantität der verzehrten Nadeln, nämlich die Schwierigkeit der Taxation der nicht restlos, sondern nur zum Teil vernichteten Nadeln, was beim Fraß der Raupen von *D. pini* im ersten und zweiten Stadium vorkommt. Solche Nadeln werden sorgfältig besichtigt und sowohl quantitativ, als auch ihrem Gewicht nach berücksichtigt. Nadeln, die am Grunde angefressen waren, wurden als ganz umgekommen angesehen, wie auch einerseits angenagte Nadeln; solche, die am freien Ende befressen waren, wurden nach der annähernden Länge der vernichteten Teile geschätzt und danach in Gewichtseinheiten umgesetzt. Recht genau durchgeführte Berechnungen zeigten, daß Raupen der 2 ersten Stadien die Nadeln im allgemeinen nur wenig vernichten oder beschädigen: auf jede Raupe kommen nicht mehr als 0,1 g mehr oder weniger beschädigter (verdorbener) resp. fallen gelassene Nadeln, und, wie wir weiter sehen werden, — nicht mehr als 0,5 g bis zur Überwinterung verzehrten. Wir nehmen also an, daß die Ergebnisse unserer Versuche in dieser Hinsicht wohl schwerlich zu ernsten Einwänden Anlaß geben können.

Mitte Oktober zogen sich unsere Versuchsraupen zur Überwinterung zurück; sie hatten zu dieser Zeit das 3. Stadium erreicht, ebenso wie die Raupen im Freien. Leider hatte ein Mißgeschick während der Überwinterung fast ein Scheitern aller unserer Versuche zur Folge, da von allen Versuchen nur die Raupen des 5. und 8. Versuchs das Frühjahr 1929 erlebten; alle übrigen kamen infolge des ungewöhnlich harten Winters um. Dieses Mißgeschick wurde aber dank der Liebenswürdigkeit des Entomologen Herrn A. J. Iljinskij leicht überwunden, der uns mit einer großen Menge Raupen aus dem Versuchsrevier Darnitza versah, die unterhalb der zu Kontrollzwecken angelegten Leimringe gesammelt worden waren. Die Mehrzahl dieser Raupen war ebenfalls im 3. Stadium, und es gelang uns aus ihrer Zahl genau ebensolche Serien nach Anzahl, Größe und Gewicht zusammenzustellen, wie die umgekommenen. Dieser Umstand war die einzige Schattenseite unserer Experimente, auf deren Resultate konnte er aber nicht irgendwie ungünstig einwirken, da die Ersatzraupen genau ihren Vorgängern entsprachen, noch nicht gefressen hatten und sogleich nach dem Einsammeln uns übergeben worden waren. Das einzige, was unsere Versuche stören könnte, war ihr Parasitenbefall, doch hatten wir hier Glück, da der Prozentsatz des Befalls sich als verschwindend gering erwies. Aus diesem Grunde glauben wir, daß auch dieser Umstand keinen Einfluß auf den Ausgang unserer Versuche ausgeübt hat, die wir nun nachfolgend anführen.

Resultate der Fütterungsversuche mit D. pini vor der Überwinterung.

Wir geben nachstehend nicht alle unsere Versuche, da solche zu viel Raum erfordern würde, ohne etwas Wesentliches hinzuzufügen, um so mehr als starke Differenzen zwischen den einzelnen Versuchen nicht vorhanden sind. Wir beschränken uns auf 7 Versuche mit der Fütterung von Raupen vor der Überwinterung.

Versuch Nr. 1.

Die Raupen schlüpften am 23. August 1928; Gewicht einer Raupe 0,004 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
25	23. 8.— 7. 9.	0,0224	0,0832	0,0587 g	Die Raupen fraßen
25	7. 9.—18. 9.	0,0474	0,1103	Verhältnis des	46 Tage und gingen
13	18. 9.—26. 9.	0,0716	0,2246	Verzehrten	am 18. 10. im
13	26. 9.— 9. 10.	0,0662	0,0229	zur Zunahme:	3. Stadium in die
13	9. 10.—16. 10.	0,0627	0,0000	7,8	Überwinterung.
			0,4410		

Versuch Nr. 2.

Die Raupen schlüpften am 1. September 1928; Gewicht einer Raupe 0,0031 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
20	1. 9.— 8. 9.	0,0151	0,0510	0,0506 g	Die Raupen fraßen
20	8. 9.—19. 9.	0,0294	0,1170	0 mm	46 Tage und gingen
17	19. 9.—28. 9.	0,0381	0,0980	Verhältnis des	am 18. 10. im
17	28. 9.— 9. 10.	0,0521	0,0873	Verzehrten	3. Stadium in die
17	9. 10.—16. 10.	0,0537	0,0654	zur Zunahme:	Überwinterung.
			0,4187	7,0	

Versuch Nr. 5.

Die Raupen schlüpften am 27. August 1928; Gewicht einer Raupe 0,0031 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
44	27. 8.— 7. 9.	0,0135	0,0463	0,0457 g	Die Raupen fraßen
34	7. 9.—18. 9.	0,0286	0,1126	Verhältnis des	49 Tage und gingen
31	18. 9.—26. 9.	0,0405	0,0973	Verzehrten	am 18. 10. im
31	26. 9.— 8. 10.	0,0499	0,1141	zur Zunahme:	3. Stadium in die
31	8. 10.—15. 10.	0,0488	0,0690	9,5	Überwinterung.
			0.4393		

Versuch Nr. 7.

Die Raupen schlüpften am 28. August 1928; Gewicht einer Raupe 0,0040 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
32	28. 8.—8. 9.	0,0151	0,0580	0,0553 g	Die Raupen fraßen
30	8. 9.—19. 9.	0,0350	0,0584	Verhältnis	48 Tage und gingen
29	19. 9.—28. 9.	0,0497	0,0979	desVerzehrten	am 18. 10. im
29	28. 9.—8. 10.	0,0577	0,1022	zur Zunahme:	3. Stadium in die
29	8. 10.—15. 10.	0,0593	0,0650	7,0	Überwinterung.
			0,3815		

Eine Durchsicht der Resultate der angeführten Versuche zeigt, daß die Menge der von einer Raupe verzehrten Nahrung vor der Überwinterung zwischen 0,3663 und 0,4460 g schwankt, im Mittel 0,4134 g ausmachend. Nehmen wir das Mittel der Gewichtszunahme einer Raupe vor der Überwinterung aus allen Versuchen, so erhalten wir 0,0514 g. Nach

Versuch Nr. 8.

Die Raupen schlüpften am 31. August 1928; Gewicht einer Raupe 0,0036 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
27	31. 8.—8. 9.	0,0144	0,0493	0,0526 g	Die Raupen fraßen
27	8. 9.—18 9.	0,0337	0,1072	Verhältnis	47 Tage und gingen
27	18. 9.—26. 9.	0.0416	0,0981	desVerzehrten	am 18. 10. im
27	26. 9.—8. 10.	0,0552	0,1040	zur Zunahme:	3. Stadium in die
27	8. 10.—16. 10.	0,0562	0,0874	8,4	Überwinterung.
			0,4460		

Versuch Nr. 9.

Die Raupen schlüpften am 29. August 1928: Gewicht einer Raupe 0,0036 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
38	29. 8 —7. 9.	0,0144	0,0430	0,0476 g	Die Raupen fraßen
34	7. 9.—18. 9.	0,0312	0,1209	Verhältnis	47 Tage und gingen
32	18. 9.—26. 9.	0,0383	0,0627	desVerzehrten	am 18. 10. im
31	26. 9.—8. 10.	0,0457	0,0691	zur Zunahme:	3. Stadium in die
31	8. 10.—15. 10.	0,0512	0 0706	7,7	Überwinterung.
			0,3663		

Versuch Nr. 10.

Die Raupen schlüpften am 30. August 1928; Gewicht einer Raupe 0,0038 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
33	30. 8. - 7. 9.	0,0153	0,0456	0,0491 g	Die Raupen fraßen
32	7 9. - 19. 9.	0,0316	0.1119	Verhältnis	46 Tage und gingen
30	19. 9.—28. 9.	0,0439	0,0670	desVerzehrten	am 18. 10. im
30	28. 9.—9. 10.	0,0531	0,1031	zur Zunahme:	3 Stadium in die
30	9. 10. - 15. 10.	0,0529	0,0737	8,0	Überwinterung
			0,4013		

Division des Gesamtgewichts der von einer Raupe verzehrten Nahrung (0,4134 g) durch die mittlere Gewichtszunahme erhalten wir die Zahl 8. Die Bedeutung dieses „Nahrungskoeffizienten“ werden wir später, nach einer Betrachtung der Resultate der Fütterungsversuche im Frühjahr näher erörtern. Die Fraßzeit dauerte im Herbst 46—54 Tage.

Resultate der Fütterungsversuche mit D. pini nach der Überwinterung.

Wie wir erwähnten, kam die Mehrzahl der Raupen, die uns zu den Herbstversuchen gedient hatten, infolge des sehr harten Winters und vielleicht auch wegen der nicht ganz glücklich gewählten Überwinterungsbedingungen um. Von allen Versuchsraupen überwinterten glücklich nur die Serien Nr. 5 und 8, weshalb wir vor allem die Resultate der Fütterungsversuche mit diesen Serien anführen, und danach erst zu einigen der neu zusammengestellten Serien übergehen.

Infolge des späten Frühlings begann das Verlassen des Winterlagers ziemlich spät: unsere Raupen erwachten erst gegen den 20. April; das gleiche war in den Wäldern um Kiew herum zu beobachten. Bevor die Raupen unter die Marlikappen auf den Bäumen kamen, wurden sie gewogen, wobei die sehr merkwürdige Tatsache der Gewichtszunahme bei den Raupen beider Serien konstatiert wurde. Da aus jeder Serie 21 Raupen gewogen wurden, konnten wir natürlich bei der Wägung keinen Fehler begangen haben, um so mehr, als das zutage tretende Resultat uns veranlaßte, die Wägungen mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen und mehrmals zu wiederholen. Die Raupen der Versuchsserie Nr. 5 gingen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 0,0488 g ins Winterlager; dagegen ergab die Wägung am 20. April 1929 ein mittleres

Versuch Nr. 5 (Fortsetzung).

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
16	20. 4.— 3. 5.	0,0642	0,0532	0,0074		Die Raupen fressen 97 Tage. Mit einem * ist das Gewicht der Kokons bezeichnet.
11	3. 5.—14. 5.	0.0834	0,2004	0,0409		
9	14. 5.—23. 5.	0,1694	0,3213	0,1119		
9	23. 5.—30. 5.	0,2926	0,5649	0,2507	Mittlere Zunahme: 1,9110 g. Verhältnis des Verzehrten zur Zunahme: 8,5	
2	30. 5.— 6. 6.	0,3308	0,1898	0,0769		
2	6. 6.—13. 6.	0,7048	1,3176	0,2225		
2	13. 6.—20 6.	0,6536 0,9234	1,5342	0,5289		
2	20. 6.—27. 6.	0,8142 1,4672	1,8830	0,5143		
2	27. 6 — 8. 7.	1,2636 2,5496	6,0513	2,1293		
2	8. 7.—20. 7.	1,8982 2,0158*	3,7276	1,1505		
1	20. 7.—26. 7.	1,1658*	0.6692	0,2788		
			16,5125	5,3121		

Gewicht von 0,0579 g. Fast das gleiche war mit den Raupen aus dem Versuch Nr. 8 geschehen: ihr mittleres Gewicht betrug vor der Überwinterung 0,0562 g, nach derselben erreichte es 0,0614 g. Diese Erscheinung kann entweder durch die durch das Aufquellen des Haarkleids der Raupen durch die aus der überfeuchten Waldspreu aufgesogene Feuchtigkeit erklärt werden, oder dadurch, daß die Raupen nach dem Erwachen, bevor sie auf die Nahrungssuche ausgehen, Wasser trinken. Auch ist es sehr möglich, daß hier eine ähnliche Adsorption von Wasser stattgefunden hatte, wie sie nach Robinsons[1]) Beobachtungen bei Insekten während der Überwinterung geschieht.

Versuch Nr. 8 (Fortsetzung).

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
19	20. 4.— 3. 5.	0,0688	0,0403	0,0192	Mittlere Zunahme: 1,5632 g Verhältnis des Verzehrten zur Zunahme: 7,5	Die Raupen fressen 87 Tage. Mit einem * ist das Gewicht der Kokons bezeichnet.
16	3. 5 —14. 5.	0.1076	0.3140	0,0620		
15	14. 5.—23. 5.	0,2131	0,3998	0.1445		
10	23. 5.—30 5.	0,4226	1,1175	0,4361		
5	30. 5.— 6. 6.	0,5176	0,4910	0,1320		
5	6. 6.—13. 6.	0,9579	0,8274	0,2618		
5	13. 6.—20 6.	1,0064	1,7238	0,6408		
5	20. 6.—24. 6.	1,3643	1,9867	0,7922		
5	24. 6.— 1. 7.	1,8972	3,3788	1,0601		
2	1. 7.— 8. 7.	2.3448	3,4725	1,2967		
2	8. 7.—16. 7.	1,9434* 2,0532*	0,9473	0,3081		
			14,6991	5,1535		

Weiter führen wir 4 Versuche mit Raupen an, die im Frühjahr 1929 unterhalb von Leimringen eingesammelt worden waren; aus diesen Raupen wurden mehrere Serien von je 41—47 Stück von gleichem Gewicht zusammengestellt, das wenig vom Gewicht der während der Überwinterung umgekommenen Raupen abwich. Die Versuche mit diesen Raupen begannen am 29. April, bis zu welchem Tage sie nicht gefressen hatten. An diesen 4 Beispielen samt den zwei vorhergehenden können auch Fälle extremer Abweichungen, die übrigens nie bedeutend waren und sogar Fälle der Aufzucht von Raupen, die mit Schlupfwespen invasiert waren. Diese 4 Serien bilden gleichsam eine Fortsetzung der Versuche Nr. 1, 2, 11 und 12.

[1]) Water capacity of colloids a definite factor in winter hardiness of insects. Journ. of econ. Entom., V. 20, 1927, Nr. 1.

Versuch Nr. 1.

Durchschnittsgewicht einer Raupe sogleich nach der Überwinterung 0,0610 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
47	29. 4.— 7. 5.	0,0768	0,0767	0,0116	Mittlere Zunahme: 2,1628 g. Verhältnis des Verzehrten zur Zunahme: 7,0	Die Raupen fraßen 93 Tage. * Gewicht des Kokons, aus dem am 26. Juli ein ♂ schlüpfte. ** die Raupe war mit Apanteles invasiert.
25	7. 5.—13. 5.	0,0960	0,1511	0,0428		
19	13. 5.—22 5.	0,2048	0,5287	0,1473		
6	22. 5.—31. 5.	0,3276	0,8326	0,2602		
2	31. 5.—14. 6.	0,4066 0,8920	1,2759	0,2160		
2	14. 6 —21. 6.	0,7574 1,4296	2,4917	0,5920		
2	21. 6 —27. 6.	1,0202 1,8640	2,5220	0,5742		
2	27. 6.— 8. 7.	1,8504 1,5020*	2,9564	1,1503		
1	8. 7.—20 7.	2,3926	3,7276	1,1513		
1	20. 7.—30. 7.	2,1770**	0,6692	0,2787		
			15,2319	4,4244		

Versuch Nr. 2.

Durchschnittsgewicht einer Raupe sogleich nach der Überwinterung 0,0554 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
41	29. 4.— 7. 5.	0,0840	0,0683	0,0130	Mittlere Zunahme: 2,6925 g. Verhältnis des Verzehrten zur Zunahme: 8,2	Die Raupen fraßen 71 Tage. Mit einem * ist das Gewicht des Kokons bezeichnet; aus den 2 ersten schlüpften am 29. Juli ♂, aus dem letzten am 30. Juli ein ♀.
25	7 5.—13. 5.	0,0893	0,1520	0,0298		
22	13. 5.—22. 5.	0,1986	0,4318	0,1476		
8	22. 5.—31. 5.	0,4728	1,2699	0,4137		
3	31. 5 —14. 6.	0,7700 0.7812 1,6382	2,4471	0.5591		
3	14. 6.—21. 6.	1,0708 1,2234 2,7952	3,9046	1,1122		
3	21. 6.—27. 6.	1,8492 1,9634 3,6564	4,4140	1,1445		
3	27. 6.— 3. 7.	2,1502 2,1520 4.0274	4.2677	1.4719		
3	3. 7.— 8. 7.	1,7788* 2,0956* 3,1866*	1,8610	0.7789		
			18,8164	5,6707		

Versuch Nr. 11.

Durchschnittsgewicht einer Raupe sogleich nach der Überwinterung 0,0675 g.

Zahl der Raupen	Zeit der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
43	29. 4.— 7. 5.	0,0836	0,0764	0,0129		Die Raupen fraßen 76 Tage. * Gewicht der Puppen, von denen die erste am 2. 8. ein ♂, die zweite am 30. 8. ein ♀ und die dritte am 2. 8. ein ♀ ergab.
25	7. 5.—13. 5.	0,1023	0,1664	0,0402		
23	13. 5.—22. 5.	0,2211	0,5067	0,1485		
8	22. 5.—30. 5.	0,4489	1,2144	0,3565		
3	30. 5.— 6. 6.	0,6754	0,9455	0,2819		
3	6. 6.—13. 6.	1,1038	1,0965	0,2886		
3	13. 6 – 20 6.	0,9338 1,6350 2,0086	2,7065	1,0402	Mittlere Zunahme: 2,6229 g Verhältnis des Verzehrten zur Zunahme: 7,7	
3	20. 6.—24. 6.	1,0694 2,5176 2,5664	2,7587	0,9736		
3	24. 6.— 5. 7.	1,3258 2,9584 3,2780	6,5362	2,2847		
3	5. 7.—9. 7.	1,4718 2,9592 3,6402	3,5755	1,1052		
3	9. 7.—13. 7.	1,2392* 2,5970* 2,8580*	0,2140	0,0850		
			19,7968	6,6173		

Wir nehmen an, daß auch die angeführten Versuche genügen, um Schlüsse zu ziehen über die Menge des Futters, die von einer Raupe während der Ernährungsperiode verzehrt wird. Summieren wir die Zahlen, welche das von jeder Raupe vor und nach der Überwinterung verzehrte Futter bezeichnen, und fügen wir die Gewichtsmenge des gesamten von der Raupe verdorbenen und fallen gelassenen Futters während des ersten und zweiten Alterstadiums hinzu, so erhalten wir die definitive Gewichtsmenge, welche die Ernährungsnorm des Kiefernspinners charakterisiert. Die in den oben angeführten Tabellen enthaltenen Angaben können wir folgendermaßen zusammenstellen:

(Siehe Tabelle auf S. 99 unten.)

Aus den angeführten Beispielen ist klar zu sehen, daß das Gewicht des von der Raupe vor der Überwinterung verzehrten Futters sehr konstant ist, während nach der Überwinterung, während der letzten Alterstadien recht starke Differenzen bemerkbar sind, die vor allem von der geschlechtlichen Verschiedenheit der Raupen abhängen. Den ♂ Raupen

Versuch Nr. 12.

Durchschnittsgewicht einer Raupe sogleich nach der Überwinterung 0,0695 g.

Zahl der Raupen	Zahl der Kontrolle	Gewicht einer Raupe	Von einer Raupe verzehrt	Exkremente einer Raupe	Gewichtszunahme einer Raupe	Bemerkungen
47	29. 4.— 7. 5.	0,0831	0,0582	0,0115		Die Raupen fraßen 83 Tage. * Gewicht der Puppen, von denen die erste am 27. 7. ein ♂, die zweite am 30. 7. ein ♂, die dritte am 4. 8. ein ♀ ergab; ** eine Raupe, die Apanteleslarven ergab.
26	7. 5.—13 5.	0,1031	0,1155	0,0377		
21	13. 5.—22. 5.	0,2102	0,5314	0,1518		
8	22. 5.—31. 5.	0,4338	1,1275	0,3858		
4	31. 5.— 6. 6.	0,5242	0,6042	0,1943		
4	6. 6.—13. 6.	0,9511	0,7166	0,2045		
4	13. 6.—20. 6.	0,7336 0,8070 0,9240 1,7348	2,0895	0,8157	Mittlere Zunahme: 2,3805 g Verhältnis des Verzehrten zur Gewichtszunahme 7,0	
4	20. 6.—24. 6.	0,9522 0,9930 1,4964 2,1384	1,6227	0,6377		
4	24 6.— 1. 7.	0,8264 2,1518 2,1744 2,4536	2,7067	0,9352		
4	1. 7.— 5. 7.	1,3022 2,4224 2,9654 1,8462*	2,9957	1,0657		
3	5. 7.— 9. 7.	1,9210 3,2460 1,8114*	1,9932	0,7685		
2	9. 7.—20. 7.	2,3916** 2,4930*	1,7600	0,4501		
			16,3212	5,6585		

Nr. des Versuchs	Von einer Raupe vor der Überwinterung verzehrt	Von einer Raupe nach der Überwinterung verzehrt	Im ganzen verzehrt	Ernährungskoeffizient
1	0,5410	15,2319	15,7729	7,4
2	0,5187	18,8164	19.3351	8,2
5	0,5398	16,5125	17,0515	9,0
7	0,4815	während des Winters umgekommen		7,0
8	0,5460	14,6991	15,2451	8,0
9	0,4663	während des Winters umgekommen		7,7
10	0,5013	„	„	8,0
11	0,5134	19,7968	20,3102	7,7
12	0,5134	16,3212	16,8346	7,0
				Mittel: 7,7

genügen 15—17 g, während die ♀ nicht weniger als 18 – 20 g benötigen und nur in seltenen Fällen etwas höher. Wir glauben aber, daß es bei praktischen Berechnungen nicht nötig ist, sich streng an die von uns festgestellten Normen zu halten, vielmehr wird es nützlich sein, dieselben bis auf 25 g zu erhöhen.

Zugleich sind wir ganz davon überzeugt, daß unsere Berechnungen genau sind und nicht im geringsten von der Wirklichkeit abweichen. Nachfolgende Erwägungen können dieses beweisen. Vergegenwärtigen wir uns, daß Eckstein die mittlere Menge der von einer Raupe verzehrten Nadeln gleich 754 + 16 teilweise beschädigte annahm. Da die letzteren nicht durchweg als hoffnungslos umkommen angesehen werden können, lassen wir sie unbeachtet, indem wir die erste Zahl auf rund 760 Stück festsetzen. Auf Grund unserer Berechnungen des durchschnittlichen Gewichts einer Nadel wissen wir ferner, daß das Gewicht einjähriger Nadeln zwischen 0,022 und 0,030 g, der übrigen zwischen 0,015 und 0,027 g schwankt. Berechnen wir das Gewicht von 760 Nadeln, so erhalten wir Werte, die am besten, wie folgt darzustellen sind:

Gewicht einer Nadel		Gewicht von 760 Nadeln	
einjährige	sonstige	einjährige	sonstige
0,022	0,015	**16,720**	11,400
0,030	0,027	22,800	**20,520**

Wir sehen hier volle Übereinstimmung mit den von uns erzielten Resultaten: die mittleren Werte, die für uns am wichtigsten sind, entsprechen den unsrigen ganz genau, obgleich auch die Extreme einander sehr nahe kommen. Eckstein hatte also durchaus recht, indem er als mittlere Norm einer Raupe 754 Nadeln festsetzte; nur seine Annahme über das Gewicht von 600 Nadeln erweist sich als ungenau. Wie wir gesehen haben, muß das Gewicht dieser Zahl von Nadeln von 35 g wenigstens auf 25 g herabgesetzt werden, und in Wirklichkeit wiegen sie noch weniger.

Wenn uns Tabellen zur Verfügung ständen, die uns die mittlere Gewichtsmenge der Nadeln eines Kiefernbaumes nach allen Altersklassen, Bonitäten, Fülle und Krafts Klassen angeben würden, so würde die Berechnung der einem Kiefernbestand seitens der Raupen drohenden Gefahr mit beliebiger Genauigkeit keine Schwierigkeiten bereiten. In solchen Tabellen könnten %-Korrektionen auf Parasitenbefall, Pilz- und Bakterienkrankheiten der primären Schädlinge angegeben werden. Leider werden wir nicht sobald über dergleichen Tabellen verfügen, da sie nur durch kollektive Arbeit geschaffen werden können und die Kraft einzelner Personen übersteigen. Dabei macht sich ein Bedürfnis nach solchen Tabellen nicht nur in der forstlichen Entomologie bemerkbar: sie könnten

auch der forstlichen Physiologie, Taxation, Forstwirtschaft und vielleicht auch einigen anderen Disziplinen nützliche Dienste erweisen.

Um ein Beispiel anzuführen, versuchen wir die angenommene Nahrungsnorm von 25 g pro Raupe zur Ermittlung der Raupenmenge zu benutzen, welche die gesamte Nadelmasse von Kiefernbäumen verschiedenen Alters vernichten könnte. Hierbei stützen wir uns auf die oben angeführten Angaben des Försters Sidorenko.

Altersklasse	Bonität	Klasse nach Kraft	Fülle	Mittleres Gewicht der Nadeln eines Baumes	Raupenzahl, welche die Nadeln vollständig vernichten könnte
I	I	II	0,9	8,282	331
II	I	II	0,7	12,047	482
III	I	II	0,3	41,751	1670
IV	I	II	0,7	41,238	1650
V	I	II	0,6	35,508	1420
VI	I	II	0,6	35,932	1437

Hier muß jedoch ein sehr wichtiger Umstand in Betracht gezogen werden. Die Nadeln wurden nämlich im Herbst gewogen, als die einjährigen Nadeln gut entwickelt waren, während der Kieferspinner im Frühjahr und Sommer frißt, d. h. zu einer Zeit, wenn die Maitriebe noch fehlen oder noch nicht Zeit gehabt haben, sich ganz zu entwickeln. Daher muß angenommen werden, daß die faktische Anzahl der Raupen bedeutend niedriger sein muß, als die entsprechende Zahl der Tabelle, was natürlich noch weniger tröstlich ist.

Einigermaßen paradoxal erscheint auch die Tatsache, daß bei der 3. und 4. Altersklasse die Menge der Nadeln und folglich auch die Raupenzahl, die der Baum ernähren kann, größer sind, als bei den nachfolgenden Altersklassen. Hängt diese Tatsache nicht von örtlichen Bedingungen des Baumwuchses in den Beständen der Forstei ab, wo die Untersuchungen stattfanden, so gewinnt sie ein besonderes Interesse, indem sie davon Zeugnis ablegt, daß die Kiefer im Alter von mehr als 70—80 Jahren ihre schützenden Eigenschaften allmählich einzubüßen beginnt, was äußerlich vor allem in der Verringerung ihrer Nadelmenge zum Ausdruck kommt.

Gegenwärtig besteht die Kontrolle der primären Waldverderber fast einzig in der Untersuchung der Waldstreu, die im Herbst und Frühjahr vorgenommen wird. Diese Methode hat jedoch viele Mängel: sie ist teuer, ungenau, an ungünstige Jahreszeiten gebunden, vom Wetter und anderen negativen und unzuverlässigen Faktoren abhängig. Deshalb müssen wir Forstentomologen nach anderen Methoden suchen, die nicht nur die Herbst- und Frühjahrsuntersuchungen ersetzen, sondern auch die Möglichkeit geben, durchaus zuverlässige und exakte Angaben über die Anzahl eines be-

stimmten Schädlings im Bestand zu beliebiger Zeit zu erlangen. Gewöhnlich wird mit der Kontrolle erst dann begonnen, wenn die verheerende Tätigkeit irgendeines Schädlings ein solches Maß erreicht, daß die Aufmerksamkeit notwendigerweise wachgerufen wird. Das Anormale einer solchen Sachlage liegt auf der Hand: wenn wir keine systematische Kontrolle ausüben werden, so werden wir auch nie die Ursachen des Massenauftretens von Schädlingen erfahren. Außerdem müssen wir über die Dynamik eines jeden Schädlings auf dem laufenden sein, um die nötigen Maßregeln beizeiten ergreifen zu können, und nicht dann erst, wenn das Unglück geschehen ist. Hieraus geht die Notwendigkeit beständiger alljährlicher Untersuchungen hervor, die allein uns ein vollständiges und genaues Bild der Statik und Dynamik der wichtigsten Schädlinge geben können. Es leuchtet ein, daß die Lösung solcher Fragen mit Hilfe der gegenwärtigen Methoden der Forstuntersuchungen, Probesammeln undurchführbar oder jedenfalls nicht rentabel wäre. Wir müssen also nach anderen Methoden suchen, die leichter, schneller, zuverlässiger und billiger sind. Uns scheint, daß es notwendig sein wird, zu Probesammeln im Nachfrühling und Sommer überzugehen und vor allem die Methodik der Berechnung der in die Waldstreu herabfallenden Exkremente auszuarbeiten. Diese Methode hat bisher noch keine praktische Anwendung gefunden, wenn man von der aviochemischen Bekämpfung absieht; dabei könnte sie entschieden eine wesentlichere, wenn nicht sogar herrschende Rolle bei der Kontrolle des Entwicklungsganges unserer primären Waldverderber spielen. Zu diesem Zweck ist es bloß nötig, einige Voruntersuchungen anzustellen, um die Kotmenge festzustellen, die von den Raupen oder Larven unserer hauptsächlichen Waldverderber in verschiedenen Altersstadien während 24 Stunden produziert wird.

Ein allseitiges morphologisches Studium der Exkremente könnte uns nicht nur den Schlüssel zur Bestimmung der Art und des Alters der Schädlinge in die Hand geben, sondern auch die Möglichkeit, recht genau die Zahl der auf den Probebäumen befindlichen Raupen festzustellen, ohne zu einer Fällung der Bäume oder zu anderen komplizierten Manipulationen greifen zu müssen.

In vorliegendem Aufsatz führen wir in den Tabellen auch die Resultate der Exkrementwägungen an. Wir bezweckten damit einen Versuch zur Klärung der Frage, ob zwischen dem Gewicht der verzehrten Nahrung und der Exkremente, sowie dem Gewicht der Exkremente und dem Gewicht der Raupe selbst ein Zusammenhang besteht. Das Verhältnis der verzehrten Nahrung zum Gewicht der Exkremente ergibt nachfolgende Zahlen: 2,88; 3,00; 3,10; 3,11; 3,32 und 3,44. Das Verhältnis des Gewichts der Exkremente zum Lebendgewicht der Raupen zeigt noch größere Beständigkeit: 2,41; 2,42; 2,65; 2,76 und 2,97. Obgleich der Kot in lufttrockenem Zustand gewogen wurde und daher von einer, wenn auch nur relativen Genauigkeit keine Rede sein kann, so sehen wir doch eine

auffallende Konstanz dieser Verhältnisse, was an und für sich schon das Bestehen einer bestimmten Abhängigkeit zwischen den gegebenen Elementen hinweist. Diese zutage tretende Abhängigkeit gibt uns einen Anstoß und eröffnet manche Perspektiven weiterer Studien zur Ausarbeitung der Methode der Schädlingskontrolle nach den Kotmassen.

Schließlich fassen wir noch einen Zusammenhang ins Auge, der von uns schon mehrfach erwähnt wurde, nämlich das Verhältnis der von der Raupe verzehrten Nahrung zu ihrem Gewicht, welches wir „Nahrungskoeffizient" nannten. Die Schwankungen dieses Koeffizienten zeigen, obwohl sie nicht sehr stark sind, daß auch er auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben kann, — denn dazu wären viele Dutzende von Experimenten erforderlich. Da jedoch bemerkt werden kann, daß er um dieselbe Größe herum schwankt, nämlich um 8, haben wir ihn gleich dieser Zahl gesetzt. Hier besteht auch eine bestimmte Gesetzmäßigkeit, d. h. eine Abhängigkeit zwischen der Gewichtsmenge des verzehrten Futters und der Gewichtszunahme der Raupe. Es unterliegt ferner keinem Zweifel, daß diese Zahl konstant ist, wenigstens in bezug auf die späteren Altersstadien der Raupen; ob sie aber tatsächlich der Zahl 8 entspricht, oder geringer resp. höher ist, müssen künftige detaillierte Untersuchungen zeigen. Es wäre interessant festzustellen, ob dieser Koeffizient für alle primären Kieferschädlinge derselbe bleibt, oder ob jeder Schädling seinen bestimmten hat, mit anderen Worten, ob die Assimilierbarkeit der Nadeln für alle primären Kieferschädlinge dieselbe oder für jeden eine andere ist. Das gleiche gilt natürlich auch von den Schädlingen der Laubhölzer. In jedem Fall kann dieser Nahrungskoeffizient bei der Kontrolle von großem Nutzen sein, indem er die Methodik der Berechnung der Schädlingszahl auf Kontrollbäumen wesentlich vereinfacht.

Kiew, Forsttechnisches Institut.

Betrachtungen zur Epidemiologie des Kiefernspanners.

Von

Dr. **F. Schwerdtfeger,** Hann.-Münden.

(Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule.)

(Mit 3 Abbildungen und 11 Tabellen.)

Am Schluß meiner Arbeit über das Ende des Kiefernspannerfraßes in der Letzlinger Heide habe ich versucht, eine kurze historische Analyse der Spannergradation 1925/30 zu geben. Ich habe absichtlich vermieden, kausalanalytische Erwägungen anzustellen, da sie an Hand des vorhandenen Zahlenmaterials nur zu Erörterungen über die möglichen Ursachen des Beginns und Endes der Massenvermehrung geführt hätten, nicht aber zu wissenschaftlich begründeten Tatsachen. Inzwischen ist die wertvolle Arbeit von Zwölfer zur Theorie der Insektenepidemien erschienen; sie behandelt auf dem von Bremer u. a. gewiesenen Wege fortschreitend die bei einer Epidemie auftretenden Probleme theoretisch-mathematisch. In seiner neuesten Arbeit über die Ökologie und Epidemiologie der Kiefernеule hat Zwölfer seine Gedankengänge zusammengefaßt und gleichzeitig erweitert. Beide Arbeiten haben die Anregung dazu gegeben, noch einmal das über den Spannerfraß in der Letzlinger Heide vorhandene Zahlenmaterial hervorzusuchen und nach den von Zwölfer gegebenen Gesichtspunkten zu verarbeiten. Grund dazu lag insofern vor, als das Zahlenmaterial verhältnismäßig groß ist und wohl reichhaltiger, als sonstige über forstliche Kalamitäten veröffentlichte Daten. Der Zweck dieser Betrachtungen ist ein dreifacher: einmal soll versucht werden, mit Hilfe der mathematischen Behandlungsweise zu neuen Erkenntnissen in der Epidemiologie des Kiefernspanners zu gelangen. Andererseits soll gezeigt werden, mit welchen Schwierigkeiten die Übertragung der von Zwölfer theoretisch gefundenen Formeln in die Praxis verknüpft ist, mit anderen Worten: wie schwer schon die historische und kausale Analyse einer stattgehabten Massenvermehrung ist und wie weit wir demnach noch von der Möglichkeit einer Prognosestellung entfernt sind. Und schließlich soll, soweit es innerhalb dieser epidemiologischen Betrachtung möglich und zulässig ist, aufgedeckt werden, wie wenig wir von den einfachsten Vorgängen und Tatsachen der Bionomie des Kiefernspanners wissen.

I.

Zwölfer geht aus von dem organischen Gleichgewicht in der Natur, welches durch zwei Kräfte, die Zeugungskraft der Organismen auf der einen, den Widerstand der Umwelt auf der anderen Seite geregelt wird. Die Zeugungskraft der Organismen — Bodenheimer nennt es das Entwicklungspotential, Bremer den theoretischen Vermehrungskoeffizienten — kann zahlenmäßig erfaßt werden durch die Zahl der Nachkommen einer als Einheit genommenen Zahl von Individuen. Schwieriger ist die Erfassung des Widerstandes der Umwelt oder — nach Bremer — des Vernichtungsquotienten, der sich aus abiotischen und biotischen Einzelfaktoren zusammensetzt. Darüber unten mehr.

Den theoretischen Vermehrungskoeffizienten berechnet Bremer nach der einfachen Formel $m = \frac{a}{b}$, worin a die Zahl der Nachkommenschaft eines Weibchens, $\frac{1}{b}$ der Anteil der Weibchen am Gesamtbestande der zur Fortpflanzung gelangenden Elterntiere bezeichnet. Wir können also den theoretischen Vermehrungskoeffizienten des Kiefernspanners ohne Mühe errechnen, wenn wir die durchschnittliche Zahl der abgelegten Eier eines Weibchens und das Geschlechtsverhältnis kennen.

Aber hier beginnen schon die Schwierigkeiten. Wie groß ist die mittlere Eizahl beim Kiefernspanner? Knauth fand aus 22 Weibchen ein Mittel von 107 Eier. Nitsche berichtet über Zählungen im Forstamt Kadolzburg, nach denen die Eierzahl eines Weibchens ungefähr 90 bis 120 betrug. Wolff-Krauße geben für den Durchschnitt rund 80 bis 110 Eier an. Nach Nüßlin-Rhumbler legt das Weibchen bis 120 (160) Eier. Nach Beobachtungen von Eidmann legt ein Kiefernspannerweibchen im Höchstfalle 180 Eier ab. Escherich gibt Zahlen aus Institutsuntersuchungen an, die zwischen 80 und 189 schwanken und im Mittel 116 betragen. Die meisten Angaben finden sich bei Wolff (1913); er berichtet über das Ergebnis zahlreicher Zählungen von Eiern im Ovar. Es zeigten sich große Differenzen, nicht nur bei den Individuen, sondern auch je nach der Örtlichkeit; die gefundenen Zahlen schwankten zwischen 30 und 160 Stük. Wolff beobachtete im Zwinger die Ablage von 156 Eiern seitens eines Weibchens. Fassen wir diese Angaben zusammen, so sehen wir, daß sich ein einheitliches Bild nicht ergibt. Die gefundenen Eizahlen schwanken zwischen 30 und 189.

Bei der ersten positiven Angabe, die wir zur Behandlung des epidemiologischen Problems machen müssen, stocken wir also schon. Die durchschnittliche Eizahl des Kiefernspanners steht nicht einwandfrei fest. Um die Betrachtungen überhaupt fortsetzen zu können, müssen wir aus den verschiedenartigen Literaturangaben ein wahrscheinliches Mittel konstruieren, das wohl bei 100 liegen wird.[1])

[1]) Die von Zwölfer in seinem Kiefernspannerbeispiel aus der Letzlinger Heide angenommene Eizahl von durchschnittlich 120 Stück dürfte zu hoch gegriffen sein. Zwölfer hat die Angabe von Nüßlin-Rhumbler „bis 120“ als Mittel genommen.

Ganz ähnliche Schwierigkeiten und Unsicherheiten liegen bezüglich der Angaben des Geschlechtsverhältnisses vor. Nach Judeich-Nitsche betragen die Weibchen 25%, nach Jucht 30—40%. Nitsche berichtet über einen Schlüpfversuch im Forstamt Lichtenhof im Nürnberger Reichswald; das Verhältnis der Männchen zu Weibchen war wie 37 zu 32. F. Eckstein führt einen Bericht des Forstamts Herrenhütte über die Flugzeit des Spanners 1893 an, worin von einem Einzwingerungsversuch die Rede ist: aus 83 Puppen schlüpften 43 Männchen und 40 Weibchen; das Geschlechtsverhältnis war also 1:1. Wolff berichtet über einen Versuch von Bernas, wo aus 200 Puppen 18 Weibchen schlüpften; alles übrige waren Männchen; demnach hatten die Weibchen 9% ausgemacht. Aus 7 Proben mit je 100 Puppen schlüpften durchschnittlich 23% Weibchen. Beobachtungen in der Tucheler Heide an fliegenden Faltern, bei denen allerdings die Unsicherheit der Okularschätzung in Betracht gezogen werden muß, ergaben 30—40% Weibchen. Bei Zwingerversuchen in Rehberg fanden sich 29 und 33% Weibchen. Ich fand bei einem Versuch in der Letzlinger Heide, bei dem während der Schlüpfzeit 10 qm Bodenfläche mit Gaze bedeckt wurden, unter der Gaze 37% Weibchen. Da der Anfang der Schlüpfzeit aber nicht ganz erfaßt wurde und zu Beginn wahrscheinlich mehr Männchen als Weibchen schlüpften, dürfte der Prozentsatz etwas zu hoch gegriffen sein, abgesehen davon, daß dieser eine Versuch keinen Aufschluß geben kann über das im ganzen Befallsgebiet herrschende durchschnittliche Geschlechtsverhältnis.

Die Angaben über das Geschlechtsverhältnis schwanken also auch innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Doch dürfte sich aus den mitgeteilten Zahlen mit großer Wahrscheinlichkeit ein Mittel von 30—40% Weibchen oder ein Geschlechtsverhältnis von 2:1 annehmen lassen.

Wir kehren zurück zu der Bremerschen Formel für den theoretischen Vermehrungskoeffizienten $m = \frac{a}{b}$. Wir setzen $a = 100$ und $b = 1/3$. Dann ergibt sich als theoretischer Vermehrungskoeffizient des Kiefernspanners $m = 33\,1/3$. Mit anderen Worten — nach Bodenheimer — ist das Entwicklungspotential, d. h. die maximale Vermehrungspotenz einer Ausgangspopulation im Jahresverlauf für 3 Spannerindividuen (2 Männchen und 1 Weibchen) gleich 100.

Zur Erhaltung des organischen Gleichgewichts muß ein erheblicher Prozentsatz der Nachkommenschaft ausgemerzt werden. Bremer berechnet den normalen Vernichtungskoeffizienten nach der Formel $d = \frac{a-b}{b}$, also für den Spanner $d = \frac{100-3}{3} = 32\,1/3$. Von $33\,1/3$ von einem Individuum gezeugten Nachkommen gehen $32\,1/3$ zugrunde, einer bleibt übrig. In Prozent ausgedrückt ergibt sich als normaler Vernichtungsquotient $q = \frac{100\ (a-b)}{a} = \frac{100\ (100-3)}{100} = 97\,\%$, d. h. 97% aller gezeugten

Individuen müssen ausgeschieden werden, damit die Populationsdichte konstant bleibt.

Zwölfer berechnet den durch den Widerstand der Umwelt vernichteten Individuenanteil nach einer anderen aber ähnlichen Formel; er ist absolut $= e - \frac{m+f}{f}$, wobei e die Eizahl, m : f das Geschlechtsverhältnis bedeutet. Auf den Kiefernspanner bezogen ergibt sich $100 - \frac{2+1}{1} = 97$. Der Unterschied in der absoluten Zahl gegenüber oben ergibt sich daraus, daß Bremer von einem Individuum ausgeht, Zwölfer aber von dreien; denn zur Produktion von 100 Eiern ist ein Weibchen erforderlich, auf das jeweils wieder zwei Männchen entfallen. Zur Berechnung des vernichteten Prozentsatzes gibt Zwölfer die Formel

$$W_o = \frac{100\left(e - \frac{m+f}{f}\right)}{e}$$

oder für den Kiefernspanner

$$W_o = \frac{100\left(100 - \frac{2+1}{1}\right)}{100}$$

$$W_o = 97\,\%.$$

II.

Im Anschluß an die Formulierung des allgemeinen Ansatzes für die Berechnung des durch den Umweltswiderstand vernichteten Individuenanteils bringt Zwölfer den interessanten Nachweis, daß bei gleichem Geschlechtsverhältnis durch Veränderung von e das Ergebnis W_o nur wenig geändert wird.[1]) „Rein zahlenmäßig betrachtet, spielen Änderungen der Zeugungskraft bei gleichem Geschlechtsverhältnis von einer Durchschnittsnachkommenzahl von 20 je Weibchen an aufwärts gegegenüber dem Widerstand der Umwelt eine geringe Rolle. Durch kleine prozentuale Verschiebungen des Gleichgewichtswiderstandes können sie ausgeglichen werden. Unterhalb dieser Durchschnittsnachkommenzahl hingegen sind Änderungen der Zeugungskraft verglichen mit solchen des Widerstandes der Umwelt von Bedeutung."

Zwölfer hat diesen Nachweis nur für die Annahme eines Geschlechtsverhältnisses von 1 : 1 erbracht. Daß er auch für das beim Kiefernspanner wahrscheinliche Verhältnis 2 : 1 zutrifft, zeigt nachstehende Übersicht, in der e die Zahl der abgelegten Eier bedeutet und W_o den nach der Zwölferschen Formel errechneten Widerstand der Umwelt.

---

[1]) In diesem Zusammenhang veranschaulicht W_o nur den tatsächlich vernichteten Anteil der Nachkommenschaft nach der Eiablage. Die in der zweiten Arbeit von Zwölfer vertretene Anschauung, daß in W_o auch eine etwaige Reduktion der Zeugungskraft durch Umweltseinflüsse einbegriffen wird, ist hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 1.

Änderung von W_0 bei variabler Eizahl und einem Geschlechtsverhältnis von 2:1.

e	W in %	e	W in %	e	W in %	e	W in %
3	0,00	20	85,00	60	95,00	150	98,00
4	33,33	25	88,00	70	95,73	200	98,50
5	40,00	30	90,00	80	96,25	250	98,80
10	70,00	40	92,50	90	96,67	300	99,00
15	80,00	50	94,00	100	97,00		

Oberhalb einer durchschnittlichen Nachkommenzahl von 30 je Weibchen (bei dem Geschlechtsverhältnis 1:1 waren es 20) können verhältnismäßig große Schwankungen in der produzierten Eimenge schon durch geringfügige Änderungen des Widerstandes der Umwelt ausgeglichen werden. Eine Vermehrung der Eizahl auf das Doppelte, von 100 auf 200, kann durch eine Widerstandsänderung von nur 1,5% unwirksam gemacht werden. Da nach den bisherigen Beobachtungen die Eizahl beim Kiefernspanner stets über 30 gelegen hat, gilt der Zwölfersche Satz, daß eine Änderung der Nachkommenzahl gegenüber dem Widerstand der Umwelt eine geringe Rolle spielt, auch für *B. piniarius*.

Nun ist die Zeugungskraft oder der theoretische Vermehrungskoeffizient nicht allein abhängig von der Eizahl, sondern auch vom Geschlechtsverhältnis. Wir haben gesehen, daß die Angaben über den beobachteten prozentualen Anteil der Weibchen beim Kiefernspanner erheblich schwanken. Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, daß tatsächlich das Verhältnis der Geschlechter sehr variabel ist, und daß durch eine Änderung des Anteils der Weibchen eine Gradation eingeleitet werden kann. Es ist daher notwendig, die Erörterung, die Zwölfer nur für eine veränderliche Eizahl angestellt hat, auch auf ein veränderliches Geschlechtsverhältnis zu erweitern. Als Ansatz bei konstantem $e = 100$ und veränderlichem $\frac{m+f}{f}$ ergibt sich:

$$W_0 = \frac{100\left(e - \frac{m+f}{f}\right)}{e} = \frac{100\left(100 - \frac{m+f}{f}\right)}{100} = 100 - \frac{m+f}{f}.$$

Das Ergebnis einer Berechnung von W_0 bei verschiedenem Prozentsatz der Weibchen gibt Tabelle 2:

Innerhalb der bisher beobachteten Grenzen des Anteils der Weibchen von 10—50% bedingt also auch eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses eine nur unwesentliche Änderung von W_0. Eine Erhöhung des weiblichen Anteils von $^1/_4$ auf $^1/_3$ kann durch eine Änderung des Umweltswiderstandes von nur 1% ausgeglichen werden. Es gilt also auch für das Verhältnis der Geschlechter der Satz, daß eine Änderung des Geschlechts-

Tabelle 2.

Änderung von W_0 bei konstanter Eizahl und variablem Geschlechtsverhältnis.

Weibchen in %	W in %	Weibchen in %	W in %
10	90,00	30	96,67
20	95,00	33⅓	97,00
25	96,00	40	97,50
		50	98,00

verhältnisses gegenüber dem Widerstand der Umwelt keine große Bedeutung hat.

Damit ist aber noch immer nicht erwiesen, daß tatsächlich die Zeugungskraft eine geringe Rolle spielt; denn die Zeugungskraft wird bekanntlich bedingt durch Nachkommenzahl und Geschlechtsverhältnis; wenn diese einzelnen Faktoren nun allein keinen großen Einfluß auszuüben vermögen, so ist dies immerhin doch möglich durch ihr Zusammenwirken. Bei veränderlichem e und veränderlichem $\frac{m+f}{f}$ wäre ein größerer Einfluß auf W_0 wohl denkbar. Um diese Frage zu prüfen, ist in der folgenden Zusammenstellung eine Berechnung der Werte von W_0 für eine Eizahl von 50, 100, 150 und einen Prozentsatz von Weibchen von 20, 30 und 40 gegeben:

Tabelle 3.

Änderung von W_0 bei variabler Eizahl und variablem Geschlechtsverhältnis.

	e = 50	e = 100	e = 150
% Weibchen = 20	90,00	95,00	96,67
% Weibchen = 30	93,33	96,67	97,78
% Weibchen = 40	95,00	97,50	98,33

Wir sehen auch hier, daß innerhalb der durch die Beobachtungsdaten ermittelten Grenzen ein Schwanken von Eizahl und Geschlechtsverhältnis eine nur geringe Veränderung von W_0 bewirkt. Wir können also die beiden oben gefundenen Sätze so erweitern, daß eine gleichzeitige Veränderung der Zahl der Nachkommenschaft und des Geschlechtsverhältnisses gegenüber dem Widerstand der Umwelt nur eine geringe Rolle spielt, daß beim Kiefernspanner eine Änderung der Zeugungskraft durch eine verhältnismäßig kleine Änderung des Widerstandes der Umwelt ausgeglichen werden kann.

Wie aber, wenn diese geringfügige Änderung des Umweltswiderstandes nicht eintritt? Zwölfer weist mit Recht darauf hin, daß trotz der von

ihm angestellten Überlegungen die Möglichkeit des Schwankens der Nachkommenzahl bei epidemiologischen Untersuchungen nicht ganz vernachlässigt werden darf; er zeigt an einem Beispiel der Forleule, daß theoretisch die Änderung der Zeugungskraft allein für die Schwankungen der Bevölkerungsziffer verantwortlich gemacht werden könnte. Wir haben bisher die Zeugungskraft immer in Beziehung gesetzt zu dem Prozentsatz der vernichteten Individuen; denn etwas anderes bedeutet ja der „Widerstand der Umwelt" nicht. Gehen wir aber aus von dem Anteil der überlebenden Individuen, so ergibt sich ohne weiteres, daß bei gleichem W_0 eine Steigerung der Eizahl auf das Doppelte eine Vermehrung der Überlebenden auf das Doppelte zur Folge hat. Legt ein Spannerweibchen normal 100 Eier, so werden 97% der Nachkommenschaft vernichtet, 3 Individuen bleiben übrig; legt im nächsten Sommer ein Weibchen aber 200 Eier, so gehen vermutlich wieder 97% zugrunde und es bleiben 6 Individuen am Leben. Die Literaturangaben über die Eizahl des Kiefernspanners schwanken von 30 bis 190; es wäre also, wenn wir diese Zahlen als Durchschnittszahlen verschiedener Jahre ansehen (was sie in Wirklichkeit aber nicht sind) innerhalb eines Jahres eine Steigerung der Populationsdichte auf mehr als das Sechsfache möglich.

Wie groß ist überhaupt die „normale" Eizahl des Kiefernspanners? Wir haben oben als Mittel der wenigen Literaturangaben 100 angenommen und werden mit dieser Zahl mangels anderer Unterlagen auch weiterarbeiten. Es ist aber zu bedenken, daß die mitgeteilten Beobachtungen in Jahren einer Gradation gemacht sind, und wer sagt uns, ob die Eizahl während einer Gradation mit der durchschnittlichen Eimenge des sogenannten eisernen Bestandes übereinstimmt? Ist es nicht möglich, daß die produzierte Eimenge eines Weibchens zu normalen Zeiten ein sehr viel tieferes Mittel hat als bei einer Massenvermehrung? Ist es nicht möglich, daß normalerweise das Spannerweibchen nur 20 entwicklungsfähige Eier produziert und durch besondere Umstände veranlaßt wird, plötzlich 100 abzulegen, daß somit die Gradation durch gesteigerte Eiproduktion veranlaßt wird und daß weiterhin unsere obigen Erwägungen unter falschen Voraussetzungen gemacht wurden? Es ist daher dringendes Erfordernis, die mittlere Zahl der abgelegten Eier nicht nur während einer Massenvermehrung, sondern auch während normaler Jahre kennenzulernen. Das gleiche gilt sinngemäß für das Geschlechtsverhältnis.

Zwölfer hat in seiner neusten Arbeit den Begriff der „absoluten" Zeugungskraft eingeführt. Er nennt so die unter dem Optimum sämtlicher maßgebender Bedingungen erzielte Nachkommenzahl. Liegen die Bedingungen außerhalb des Optimums, so ist die Zeugungskraft geringer; sie wird die „relative" genannt. „Die Differenz der Werte der absoluten und der relativen Durchschnittsnachkommenzahl läßt sich als eine Reduktion der artspezifischen Zeugungsfähigkeit auffassen, die durch Umwelteinflüsse bedingt ist." Bei der Formulierung des Begriffes der absoluten Zeugungs-

kraft scheint mir die Möglichkeit nicht genügend beachtet zu sein, daß eine Änderung der Zeugungskraft nicht nur durch Umweltseinflüsse verursacht zu sein braucht, sondern auch durch innere physiologische Faktoren, etwa als Degenerationserscheinungen nach einer starken Gradation. Kommt eine Änderung der Zeugungskraft infolge innerer Faktoren tatsächlich vor — was noch zu untersuchen bliebe —, so müßte man bei einer Redukion der Eizahl unterscheiden zwischen Ursachen, die in den Umweltseinflüssen zu suchen sind und solchen, die physiologisch begründet sind. Erstere könnten, wie Zwölfer vorschlägt, als Teile des Umweltswiderstandes aufgefaßt werden, letztere dagegen wären nicht in den Umweltswiderstand einzubegreifen, sondern müßten bei mathematischer Formulierung der Zeugungskraft zugeschlagen werden. Dies hätte zur Folge, daß die Zeugungskraft variabel würde, und nicht mehr als konstant, als „absolut" angesehen werden könnte. Auch hier gilt das Gesagte nicht nur für die Eizahl, sondern gleichermaßen für das Geschlechtsverhältnis.

Oben wurde gesagt, daß eine Vermehrung der Populationsdichte schon allein durch Erhöhung der Zeugungskraft bei gleichbleibendem Vernichtungsprozent eintreten kann. Die Annahme eines auf gleicher Höhe bleibenden Prozentsatzes an vernichteten Individuen ist aber sehr unwahrscheinlich. Nehmen wir an, daß ein Spannerweibchen normal 50 Eier legt, dann beträgt unter der Voraussetzung eines Geschlechtsverhältnisses 2 : 1 der Vernichtungsquotient, der Widerstand der Umwelt 94 %. Diese 94 % machen absolut 47 Individuen aus. Von diesen mögen 35 oder 70 % durch klimatische Einflüsse, 12 oder 24 % durch Parasiten zugrunde gegangen sein. Erhöht sich nun die Eizahl auf 100, so werden voraussichtlich wiederum 70 % durch Witterungseinflüsse absterben, da die abiotischen Faktoren unbegrenzt auf jedes Individuum einwirken. Unwahrscheinlich ist aber, daß der Prozentsatz der durch Parasiten vernichteten Spanner derselbe bleibt, da der „eiserne Parasitenbestand" nicht ausreichen wird, plötzlich eine doppelte Anzahl von Schädlingen zu belegen. Bei jeder Massenvermehrung zeigt sich, daß zunächst das Parasitierungsprozent klein ist und erst im Laufe der Jahre anwächst. Wahrscheinlich — auch hier wissen wir nichts Genaues — ist das Parasitierungsprozent des eisernen Schädlingsbestandes ziemlich hoch. Bei einer eintretenden Massenvermehrung bleibt die Parasitenzahl absolut zunächst auf gleicher Höhe oder steigt doch nur wenig; relativ zur vermehrten Schädlingszahl wirkt sie dann kleiner. Erst allmählich vermag sie sich den ihr gebotenen günstigen Vermehrungsbedingungen anzupassen. Auf unser Beispiel bezogen, führen diese Überlegungen dazu, daß wir nicht annehmen können, daß im ersten Jahr der gesteigerten Zeugungskraft der durch Parasiten vernichtete Anteil wiederum 24 % betragen wird. Die durch Parasiten getötete Individuenzahl möge sich von 12 auf 18 erhöhen. Dann würden insgesamt 70 + 18 = 88 Individuen ausgemerzt, d. h. die normale Nachkommenschaft eines Weibchens von 3 Individuen hätte sich durch Steigerung der Nachkommen-

zahl auf das Doppelte innerhalb eines Jahres auf 12 oder das Vierfache erhöht.

Bei Erörterungen über den Einfluß der Zeugungskraft auf das Entstehen einer Gradation bleibt demnach zu beachten, daß bei gesteigerter Zeugungskraft der prozentual ausgedrückte Widerstand der Umwelt nicht als gleichbleibend zu betrachten ist; er wird geringer werden, da sich die biotischen Widerstandskomponenten nicht sofort den geänderten Lebensbedingungen anzupassen vermögen. Hierdurch wächst die Wahrscheinlichkeit, daß die Entstehung einer Massenvermehrung lediglich durch Änderung der Zeugungskraft möglich ist; denn ein Zusammenwirken von Änderungen der Eizahl und des Geschlechtsverhältnisses in Verbindung mit der dadurch bedingten prozentualen Verringerung des Vernichtungsquotienten vermag innerhalb eines Jahres schon beträchtliche Verschiebungen in der Populationsdichte hervorzurufen.

III.

Wir haben oben gesehen, daß unter der Voraussetzung eines Geschlechtsverhältnisses von 2 : 1 und einer durchschnittlichen Eizahl von 100 der normale Vernichtungsquotient 97 % beträgt. Ganz aufschlußreich ist die Berechnung der Vernichtungsquotienten während der einzelnen Jahre der letztvergangenen Spannergradation in der Letzlinger Heide. Über die Populationsdichte geben die jährlich im Dezember ausgeführten Puppensuchen Aufschluß. Der Vernichtungsquotient, der Gesamtwiderstand der Umwelt läßt sich nach der von Zwölfer gegebenen Gleichung

$$W_x = \frac{100\left(P_1 \cdot e - Pe\frac{m+f}{f}\right)}{P_1 e}$$

berechnen. In der folgenden Zusammenstellung ist in der ersten Reihe die je Quadratmeter Bodenfläche gefundene Puppenzahl angegeben, in der zweiten der Vernichtungsquotient für das betreffende Jahr.

Tabelle 4.

Puppenmengen und Vernichtungsquotienten in der Letzlinger Heide 1924/30.

Dezember	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Puppen je qm . .	0,14	0,92	1,1	8,7	33	28	0,21
W_x	—	80	96	76	89	97	99,98

Die Zahlen für W_x sind etwas verschieden von denen, die Zwölfer auf Grund des gleichen Zahlenmaterials errechnet hat. Der Grund liegt in der Zwölferschen Annahme von $e = 120$, während in der obigen Rechnung $e = 100$ gesetzt wurde. Zwölfer hat die Werte für W_x bis auf zwei Stellen hinter dem Komma berechnet. Da aber die Bestimmung

der Grundlagen durch das Probesammeln reichlich Fehlerquellen enthält, genügt es meines Erachtens, mit ganzen Zahlen zu rechnen; die Dezimalzahlen täuschen nur eine scheinbare Genauigkeit vor. Die angegebenen Puppenzahlen enthalten auch die parasitierten Puppen; bei den Probesuchen wird nur der Puppenbelag ohne Rücksicht auf Gesundheit der Puppen ermittelt. Darin glaubt Zwölfer eine Fehlerquelle zu sehen, die aber meines Erachtens nicht unbedingt vorzuliegen braucht. Wir können ja annehmen, die Zahlen bezögen sich nicht auf (kranke und gesunde) Puppen, sondern auf verpuppungsreife Raupen; ihre Menge wird sicherlich die gleiche gewesen sein wie die unmittelbar nach der Verpuppung festgestellte Puppenzahl. Und Raupen, die noch fressen, auch wenn sie schon ein Parasitenei oder eine winzige Ichneumonlarve in sich bergen, können wir praktisch genommen als gesunde Mitglieder der Schädlingspopulation ansehen.

Betrachten wir die in der Zusammenstellung mitgeteilten Werte für W_x, so sehen wir, daß schon 1925 der Widerstand der Umwelt tief unter das normale Maß herabgesunken ist; um 17 % ist er niedriger als der normale Vernichtungsquotient von 97 %. 1926 besitzt er nahezu normale Höhe, um dann 1927 wiederum und noch stärker, um 21 %, abzusinken. Von nun ab steigt der Vernichtungsquotient stetig an; 1928 liegt er noch 8 % unter normal, 1929 erreicht er die normale Höhe 97 % und 1930 übersteigt er sie sogar um 2,98 %. 99,98 % aller Individuen sind im Jahr des Zusammenbruchs der Gradation vernichtet worden!

Das erste starke Absinken des Vernichtungsquotienten von 17 % unter normal hat keinerlei sichtbare Folgen gehabt: Fraß der Raupen wurde nirgends bemerkt. Auch das zweite Absinken um 21 % hat sich kaum wirtschaftlich ausgewirkt; ganz vereinzelt kam Naschfraß vor. Erst das dritte Absinken um 8 % brachte Licht- und Kahlfraß auf großen Flächen mit sich. Das „labile" Gleichgewicht innerhalb der Biozönose war in der Letzlinger Heide wirtschaftlich gesehen verhältnismäßig stabil. Es bedurfte einer gewaltigen, mehrere Jahre andauernden Vermehrung des Spanners, um überhaupt wirtschaftliche Schäden aufkommen zu lassen. —

Bei Brecher findet sich eine mehr als ein Jahrzehnt umfassende Aufstellung von Puppenzahlen, die während einer Kiefernspannergradation in der Nähe von Halle a. d. S. gewonnen wurden. Eine genauere Ortsangabe fehlt leider. Brecher setzt die im ersten Jahr gefundene Puppenzahl, 76 Puppen unter 846 Stämmen, gleich 1 und gibt für die folgenden Jahre nur Verhältniszahlen an. In Tabelle 5 sind diese Verhältniszahlen sowie die daraus berechneten Vernichtungsquotienten für die einzelnen Jahre wiedergegeben.

Die Zahlenreihe ist insofern interessant, als die Puppenmengen zunächst ansteigen, einen Höhepunkt im Jahre 1893 erreichen, dann wieder auf das ursprüngliche Maß absinken, um wiederum mit einem Höhepunkt

Tabelle 5.

Puppenzahlen und Vernichtungsquotienten, Halle 1890/1901.

Jahr	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
Relative Puppenzahl	1	12	22,1	132	131	1,0	0,9	2,0	17,1	28,0	217,2	16
Vernichtungsquotient	—	64	94	82	97	99,9	97,3	93	74	95	77	99,8

im Jahre 1900 anzusteigen. Es handelt sich also um zwei kurz aufeinanderfolgende Gradationen.

Vergleicht man den Verlauf dieser Gradationen mit der Massenvermehrung in der Letzlinger Heide, so findet sich in manchen Punkten eine überraschende Übereinstimmung. In Abbildung 1 sind zu unterst die Puppenzahlen während der drei Gradationen 1924/30, 1890/95 und 1896/1901 aufgezeichnet; dabei wurden auch für die Gradation 1924/30 Verhältniszahlen gebraucht, d. h. die Puppenzahl 1924 gleich 1 gesetzt. Wir erkennen, daß die Gradation 1924/30 2 Vorbereitungsjahre, 1 Prodromaljahr und 2 Eruptionsjahre umfaßt; die gleiche Aufeinanderfolge der Stadien finde sich bei den beiden übrigen Gradationen mit dem Unterschied, daß 1890/95 nur 1 Vorbereitungsjahr, 1896/1901 nur 1 Eruptionsjahr vorhanden war.

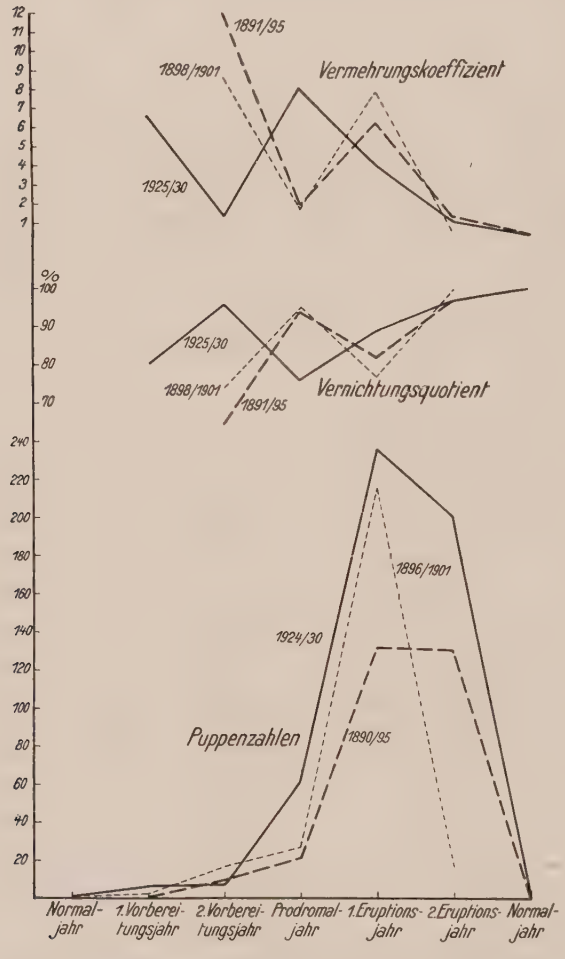


Abb. 1. Puppenzahlen, Vernichtungsquotienten und Vermehrungskoeffizienten des Kiefernspanners während der Jahre 1924/30 in der Letzlinger Heide und 1890/1901 bei Halle a. S.

Auffallend ist die Übereinstimmung in der Art des Anwachsens der Populationsdichte. Sie ist besonders deutlich im Verlauf des Vernichtungsquotienten, Abbildung 1, zu sehen oder in der Darstellung des tatsächlichen Vermehrungskoeffizienten, d. h. der Zahl, mit der die

Populationsdichte der vorigen Generation multipliziert werden muß, um die diesjährige Bevölkerungsziffer zu erreichen. Der tatsächliche Vermehrungskoeffizient ist bei gleichbleibender Populationsdichte gleich 1; beim Anwachsen der Bevölkerungszahl steigt er über 1, beim Sinken wird er kleiner als 1. Er errechnet sich aus der Formel $m = P_2 : P_1$, wenn P_2 die Populationsdichte dieser Generation, P_1 die der vorigen bedeutet.

Der tatsächliche Vermehrungskoeffizient war bei Beginn der genannten Massenvermehrungen stets groß, fiel im folgenden Jahre stark ab, stieg im Jahre darauf ebenso stark wieder an, um dann mit Einleitung der Retrogradation mehr oder weniger plötzlich abzusinken. Umgekehrt war der Vernichtungsquotient zunächst klein, stieg an, fiel wieder und beendete schließlich die Vermehrung durch stetiges Anwachsen. In der Abbildung würde diese Übereinstimmung noch deutlicher werden, wenn man die ausgezogene Kurve der Gradation 1924/30 um ein Jahr nach rechts verschieben würde, so daß Minima und Maxima der Kurven zusammenfielen was jetzt infolge der verschiedenen Zahl der Vorbereitungs- und Eruptionsjahre nicht der Fall ist. Ob das im ersten Jahr einsetzende Ansteigen der Populationsdichte, der im folgenden Jahr eintretende Rückschlag und das dann weitere Anwachsen die Regel bei Spannergradationen bildet oder lediglich eine auffallende Eigenart der 3 untersuchten Vermehrungen, muß durch Analyse anderer Gradationen nachgeprüft werden.

IV.

In der anfangs zitierten Arbeit habe ich den Versuch gemacht, die Änderung der Populationsdichte innerhalb der einzelnen Lebensstadien des Schädlings zu ermitteln. Ich gebe hier noch einmal die nach dem Muster von Bremer aufgestellten Übersichten für die Jahre 1929 und 1930 wieder; für die übrigen Jahre der Gradation lag hinreichendes Zahlenmaterial nicht vor. Wie die Zahlen ermittelt worden sind, ist in der genannten Arbeit nachzulesen.

Tabelle 6.

Änderung der Populationsdichte 1929.

Bestand an Eiern: 135 je qm.

Stadium	Vernichteter Anteil des einzelnen Stadiums	Übrig gebliebener Rest		Vernichteter Anteil des Gesamtbestandes	
		in %	absolut	durch d. Einzelfaktor in %	Zusammen in %
Eier	10	90	122	10	10
Raupen	77	20,7	28	69,3	79,3
Puppen	85	3,1	4,2	17,6	96,9

Tabelle 7.

Änderung der Populationsdichte 1930.

Bestand an Eiern: 24 je qm.

Stadium	Vernichteter Anteil des einzelnen Stadiums	Übrig gebliebener Rest		Vernichteter Anteil des Gesamtbestandes	
		in %	absolut	durch d. Einzelfaktor in %	Zusammen in %
Eier	79	21	5	79	79
Raupen	96	0,8	0,2	20	99

In der Tabelle für das Jahr 1930 fehlt das Puppenstadium, da das Parasitierungsprozent nicht festgestellt wurde. Es dürfte auch für die Entwicklung der Population unwesentlich sein, da selbst eine extreme Parasitierungszahl das Gesamtbild nicht mehr verändern würde.

1929 beträgt die Mortalität der Eier nur 10%, die der Raupen dagegen 77 und der Puppen 85%. 1930 ist die Mortalität allgemein ganz erheblich gestiegen, sie beträgt für die Eier 79, für die Raupen gar 96%.

Wir können die Analyse einer Generation statt in einer Tabelle — wie Bremer — auch in einer Formel durchführen. Zwölfer gibt dafür die Populationsgleichung

$$P_x = E\left(1 - \frac{w_1}{100}\right)\left(1 - \frac{w_2}{100}\right)\left(1 - \frac{w_3}{100}\right) \text{ usw.},$$

worin P_x die übrigbleibende Zahl der Nachkommenschaft, E die von P_1 Individuen erzeugte Eimenge, w die Prozentzahl der durch eine Widerstandskomponente (Einzelfaktor) vernichteten Individuen bedeuten. Setzen wir die Werte der obigen Zusammenstellungen ein, so ergibt sich als Populationsgleichung für 1929

$$P_x = 135\left(1 - \frac{10}{100}\right)\left(1 - \frac{77}{100}\right)\left(1 - \frac{85}{100}\right),$$

$$P_x = 4{,}19,$$

und in der gleichen Weise für 1930

$$P_x = 24\left(1 - \frac{79}{100}\right)\left(1 - \frac{96}{100}\right),$$

$$P_x = 0{,}20.$$

Es wäre auch möglich, an Hand der von Zwölfer gegebenen Gleichung für mehrere Generationen die Veränderung der Bevölkerungsziffern der Jahre 1929 und 1930 in eine Formel zu bringen. Doch würde dies zu weit führen.

Was ist nun mit diesen tabellarischen Zusammenstellungen, mit diesen formelmäßigen Berechnungen gewonnen? Lediglich eine historische Analyse der Bewegung der Populationsdichte innerhalb einer Spannergeneration, nicht eine kausalanalytische Darstellung der Retrogradation. Es ist nur zu erkennen, daß beispielsweise 77% der Raupen

oder 85% der Puppen eingegangen sind; warum und weshalb bleibt eine offene Frage.[1])

Trotzdem ist auch das Ergebnis einer historischen Analyse nicht zu unterschätzen. Unsere nächste Aufgabe ist die restlose kausalanalytische Darstellung einer beendeten Gradation, und in der Ferne liegt als vorläufig nicht erreichbares Ziel die Prognose einer Schädlingsvermehrung auf Grund bekannter ökologischer Verhältnisse. Ein Schritt auf dem Wege zu diesen Zielen bedeutet ohne Zweifel auch die historische Analyse einer stattgehabten Epidemie. Denn es ist sicherlich leichter, Ursachen zu erkennen, wenn man ermittelt hat, daß von den Raupen a, von den Puppen b Prozent usw. abgestorben sind, als wenn man weiß, daß von der Gesamtpopulation S Prozent vernichtet wurden. So stellt die historische Analyse ein Hilfsmittel zur Durchführung der kausalen Analyse dar.

Betrachten wir die wesentlichen Ursachen, die Anfang und Ende einer Epidemie hervorrufen können, so wirken zunächst Witterungseinflüsse auf die Eier ein; inwiefern sie schädlich werden und zur Sterblichkeit der Eier beitragen, wissen wir für den Spanner noch nicht. Bezüglich der Eule haben die Untersuchungen Zwölfers den Nachweis erbracht, daß die Eier gegenüber Witterungseinflüssen bemerkenswert widerstandsfähig sind. Es ist anzunehmen, und zurzeit am hiesigen Institut durchgeführte Untersuchungen bestätigen dies, daß das Spannerei ein ähnlich weitumgrenztes vitales Optimum besitzt. Vögel, Raubinsekten werden sicherlich einen Teil der Eier vertilgen. Am besten erkennbar ist die Tätigkeit von Parasiten (Trichogramma) und daher immer sehr hoch eingeschätzt worden.

Die Mehrzahl der Raupen geht wahrscheinlich im jugendlichen Alter zugrunde. Die Empfindlichkeit jüngster Larvenstadien ist bekannt; so sterben nach Friederichs die Raupen des Maiszünslers in Europa kurz nach dem Schlüpfen aus unbekannten, vermutlich physiologischen Gründen zu 90% ab. Die Untersuchungen Zwölfers über die Ökologie der Forleule ergaben ein sehr eng begrenztes vitales Optimum der Eiraupen. In meinen 1929 im Zimmer durchgeführten Spannerzuchten war gleichfalls die Mortalität der Eiräupchen sehr hoch, und meine noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen ergeben anscheinend ein ganz ähnliches Mortalitätsdiagramm für die Eiraupen des Kiefernspanners, wie es Zwölfer für die Eule gefunden hat. So werden auch im Freien die jungen Spannerräupchen entweder aus inneren Ursachen oder infolge abiotischer Einflüsse in Mengen zugrunde gehen. Die ältere Raupe ist nach übereinstimmenden Beobachtungen äußerst widerstandsfähig gegen Klimaeinflüsse. Vögel, Raubinsekten (Ameisen), Parasiten dürften eine geringere Rolle spielen.

[1]) Insofern ist auch die Populationsgleichung nicht streng im Zwölferschen Sinne angewandt, da w_1, w_2 usw. in unserem Falle keine einzelnen Widerstandskomponenten darstellen, sondern das Resultat mehrerer Komponenten auf ein Stadium.

Über die Wirkung des Klimas auf die Mortalität der Puppen wissen wir ebenfalls sehr wenig. Das eine steht nach den Erfahrungen des strengen Winters 1928/29 wohl fest, daß extreme Kälte ihnen nicht zu schaden vermag. Die Eulenpuppe ist nach Zwölfer sehr empfindlich gegen Trockenheit; ihr vitales Optimum liegt bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit und Temperaturen unter 6° C. Es ist möglich, daß auch die Spannerpuppen einer hohen Luftfeuchtigkeit bedürfen und daß in dürren Frühjahren durch Austrocknen der Streu ein erheblicher Prozentsatz vernichtet wird. Die Tätigkeit der Vögel und des Dachses dürfte ohne große Bedeutung sein. Dagegen darf die Wühlarbeit des Schwarzwildes in Revieren, wo sein Bestand groß ist, nicht unterschätzt werden. In der Letzlinger Heide sah der Boden jagenweise aus, als ob er mit dem Grubber bearbeitet worden wäre, oder als ob Schweineeintrieb stattgefunden hätte. Als erhebliche Puppenvertilger sieht Jucht auch die Mäuse an. Über die Häufigkeit und Ausdehnung von Mykosen steht Genaues nicht fest. In meinem Puppenmaterial, das aus dem Retrogradationsjahr 1930 stammte, traten Isaria farinosa Fries und I. crassa Pers. in erheblichem Ausmaße auf. Auch bakterielle Erkrankungen können eine bisher unbekannte, aber vielleicht große Rolle spielen. Von größter Bedeutung ist der Einfluß der Parasiten. Die Mehrzahl nicht zur Entwicklung gelangender Puppen dürfte an Parasitierung (die schon im Raupenstadium stattgefunden hat) eingegangen sein.

Ganz unsicher sind unsere Kenntnisse über den Prozentsatz der Falter, der durch Vögel (Jucht) und durch Klimafaktoren (Judeich-Nitsche, dagegen Jucht) vertilgt wird. In der Letzlinger Heide fanden sich Ende 1928 je Quadratmeter Bodenfläche 33 Puppen; davon waren nach den Untersuchungen in Eberswalde und Hann. Münden durchschnittlich 18% krank; es verblieben also 27 gesunde Puppen je Quadratmeter. Bei Einsetzung unserer oben angenommenen Zahlen für Eizahl gleich 100 und Geschlechtsverhältnis gleich 2:1 in die Bremersche Gleichung für den theoretischen Vermehrungskoeffizienten ergibt sich

$$m = n \cdot \frac{a}{b}$$
$$= 27 \cdot \frac{100}{3}$$
$$= 900,$$

d. h. wenn sämtliche ausschlüpfenden Falter normal zur Fortpflanzung geschritten wären, hätten im Sommer 1929 900 Eier je Quadratmeter gefunden werden müssen[1]); in Wirklichkeit wurden 135 oder 15% ermittelt.

[1]) Bei dieser Berechnung ist die Voraussetzung gemacht, daß sich die Zahl der Puppen vom Zeitpunkt des Probesuchens bis zum Schlüpfen der Falter nicht verringert hat; nimmt man eine Abnahme der Puppenzahl an, so sind die errechneten Zahlen entsprechend zu verkleinern.

Ähnliches ergibt sich für 1930; Ende 1929 waren 28 Puppen je Quadratmeter gefunden worden; 85% waren krank; es blieb also ein Rest von 4,2 gesunden Puppen je Quadratmeter. Bei Einsetzung in die Bremersche Gleichung folgt:

$$m = 4{,}2 \cdot \frac{100}{3}$$
$$= 140.$$

Die Anzahl der 1930 gefundenen Eier betrug aber nur 24 je Quadratmeter oder 17%.

Unter der Annahme, daß das in den Instituten festgestellte Krankheitsprozent tatsächlich der im Freien vernichteten Puppenzahl entspricht, läßt sich das Ergebnis durch eine erhebliche Sterblichkeit der Falter durch biotische oder abiotische Faktoren erklären. 85 bezw. 83% der Falter müßten vor der Eiablage abgestorben sein! Es ist aber auch möglich, daß irgendwelche klimatische Einflüsse hemmend auf die Begattung oder die Eiproduktion im Ovar eingewirkt haben, so daß die Zahl der abgelegten Eier nicht die sonst beobachtete Zahl 100 erreichte. Oder es kann die Zahl der Eier entsprechend der Mitteilung von Voelkel aus inneren Ursachen am Ende der Gradation unter die angenommene Zahl gesunken sein.

V.

Angesichts der Bedeutung, die heutzutage den klimatischen Faktoren bei der Entstehung einer Massenvermehrung beigemessen wird, liegt es nahe, die tatsächlichen Vermehrungskoeffizienten oder die Vernichtungsquotienten in Beziehung zu bringen zu den Klimaverhältnissen der Jahre vor und während der Gradation, um möglicherweise Schlüsse auf die Entstehungsursachen der Epidemie ziehen zu können.

In Abb. 2 sind die während der Jahre 1924 bis 1930 in der Letzlinger Heide gefallenen Niederschlagsmengen in Millimetern aufgezeichnet, darüber die Jahresdurchschnittstemperaturen in Celsiusgraden und zuoberst die Vernichtungsquotienten der einzelnen Jahre. Die Niederschlagsmengen sind in der im Mittelpunkt der Heide gelegenen Station Salchau gemessen, die Temperaturen in der am Nordwestrand der Heide gelegenen Station Gardelegen.[1]) Die Vernichtungsquotienten entnahm ich der Tabelle 4. Bei jeder Kurve zeigt eine gestrichelte Gerade den normalen Stand des Vernichtungsquotienten, der Temperatur, des Niederschlages an. Der normale Vernichtungsquotient wurde oben zu 97% errechnet. Die normale Durchschnittstemperatur und die normale jährliche Niederschlagsmenge entnahm ich dem Klimaatlas von Deutschland.

Wir erkennen, daß während der Gradationsjahre 1925/28, also während der Jahre, in denen der Vernichtungsquotient unter seinen Normalstand

[1]) Die Niederschlags- und Temperaturdaten erhielt ich durch das Preußische Meteorologische Institut in Berlin.

gesunken war, die Temperatur ständig über normal war; die Niederschlagsmengen waren während der genannten Zeit ebenfalls höher als normal. Das Ausgangsjahr 1925 zeigt verhältnismäßig hohe Temperatur und wenigen (aber mehr als normalen) Niederschlag. Im Jahre darauf, mit einem Maximum des Vernichtungsquotienten, erreicht die Temperatur ihren Höhepunkt gleichzeitig mit dem Niederschlag. Das ist überraschend; denn wenn uns schon der Gesamteindruck der Kurven vermuten läßt, daß übernormale Wärme verbunden mit übernormalen Regenmengen die Gradation gefördert haben, so ist nicht erklärlich, weshalb beim Maximum der Temperatur- und Niederschlagssteigerung der Vernichtungsquotient plötzlich in die Höhe schnellt, d. h. die Massenvermehrung gehemmt wird. Im Jahre darauf bleibt die Niederschlagsmenge ungefähr auf gleicher Höhe, die Temperatur sinkt beträchtlich; gleichzeitig erreicht der Vernichtungsquotient sein Minimum, die Gradation erhält einen neuen, mächtigen Anstoß. Das sind zweifellos Widersprüche!

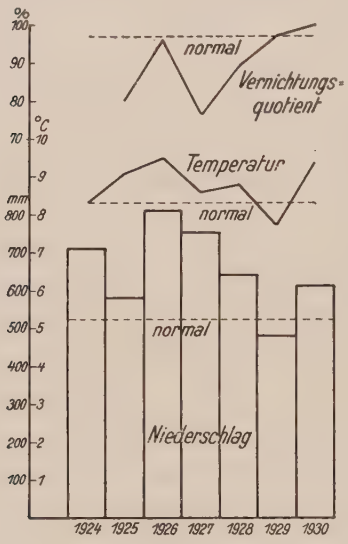


Abb. 2.
Jahresniederschlagssummen, Jahresmitteltemperaturen und Vernichtungsquotienten des Kiefernspanners während der Jahre 1924/30 in der Letzlinger Heide.

Betrachten wir Abb. 3. Sie gibt die Klimadaten für Halle während der obengenannten Gradationsjahre 1890/1901 sowie die Vernichtungsquotienten während dieser Jahre wieder. Das Klima während dieses Zeitraumes war sehr ausgeglichen, Temperatur und Niederschlagsmengen schwanken wenig. Die Temperatur während der Gradationsjahre 1890/93 ist meist unter normal, die Regenmengen etwa normal, also ganz andere Verhältnisse wie 1925/28! Das Maximum des Vernichtungsquotienten im Jahre 1892 fällt zusammen mit einem Minimum der Temperatur und des Niederschlags, also genau umgekehrt wie 1926!

Die Gradation 1898/1900 entspricht wieder ungefähr der von 1925/28, insofern nämlich, als die Temperatur höher als normal ist und ebenso der Niederschlag, wenn auch nur in geringem Maße. Im einzelnen sind aber wieder Unterschiede zu erkennen: das Maximum des Vernichtungsquotienten im Jahre 1899 fällt zusammen mit einem Ansinken der Temperatur, die aber noch über normal bleibt; die Regenmenge ist gleichfalls über normal, aber nicht besonders hoch.

Bei den 3 untersuchten Gradationen ist also eine in eine bestimmte Richtung weisende Übereinstimmung zwischen Klimaverhältnissen und Vermehrungskoeffizienten nicht zu erkennen. Besonders auffallend ist, daß die sowohl von F. Eckstein wie von Trägårdh gefundene Regel, daß

Spannerperioden stets in besonders niederschlagsarme Zeiträume fallen, bezw. die Massenvermehrungen einigen niederschlagsarmen Jahren folgen, durch die drei untersuchten, zahlenmäßig belegten Gradationen nicht bestätigt wird. Dürfen wir daraus schließen, daß tatsächlich die Entstehung der Massenvermehrung ziemlich unabhängig von klimatischen Einflüssen erfolgt ist, daß dem Klima eine viel zu große Bedeutung beigelegt wird? Ich glaube, das hieße das Kind mit dem Bade ausschütten.

Man kann sich vorstellen, daß das Klima den Anstoß zur Gradation gegeben hat, aber gewissermaßen auf Umwegen, etwa so, daß durch klimatische Einflüsse die Eizahl vergrößert oder die Zahl der Parasiten eingeschränkt wurde; dann mag wohl eine direkte Abhängigkeit nicht zu erkennen sei. Im Sinne des Friederichsschen Einheitsfaktors mögen abiotische und biotische Faktoren zusammengewirkt haben, ohne daß es möglich ist, die ausschlaggebenden Komponente zu isolieren. Derart ließe sich sicherlich unter Zuhilfenahme einiger Hilfshypothesen die Entstehung der Gradation in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag erklären; damit würde aber nicht viel gewonnen sein.

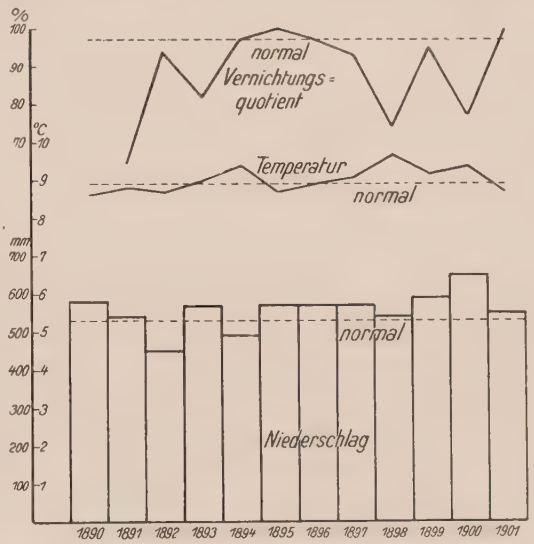


Abb. 3. Jahresniederschlagssummen. Jahresmitteltemperaturen und Vernichtungsquotienten des Kiefernspanners während der Jahre 1890,1901 bei Halle a. S.

Weiterhin läßt sich einwenden, daß das gemessene meteorologische Klima nicht übereinzustimmen braucht mit dem standörtlichen Klima, mit dem Klima des Waldes oder gar des Habitats, in dem das Schädlingsstadium sich aufhält. Uvarov macht auf diese Unterschiede aufmerksam, die zwischen den in meteorologischen Stationen gemessenen Daten und den tatsächlichen Klimaverhältnissen des Milieus des Schädlings vorliegen können. Darauf ist zu sagen, daß Standortsklima und Kleinklima in erster Linie abhängig sind von dem allgemeinen meteorologischen Klima. Ändert sich das Kleinklima unter sonst gleichbleibenden Habitatsverhältnissen derart, daß eine Gradation entsteht, so liegt die Ursache im Makroklima und muß in ihm sichtbar sein.

Daß eine Korrelation zwischen Jahresklima und Vermehrungskoeffizient nicht ohne weiteres sichtbar ist, läßt sich aber auch einfacher erklären. Gleiche Klimabedingungen wirken vermutlich auf verschiedene Stadien des

gleichen Insektes unterschiedlich. Andererseits wird auch die Empfindlichkeit der einzelnen Stadien auf Witterungseinflüsse ganz unterschiedlich sein. Die Jahrestemperatur kann also kein klares Bild ergeben. Wir müssen versuchen, die Klimabedingungen zu ermitteln, unter denen die einzelnen Stadien gelebt haben.

VI.

In Tabelle 8 sind die Abweichungen der tatsächlichen von den normalen Monatsmitteltemperaturen während der Gradationsjahre 1924—1930 in Celsiusgraden dargestellt. In wagerechter Reihenfolge sind die Jahre aufgezeichnet, in senkrechter die Monate. Sie wurden gemäß der Dauer der einzelnen Lebensstadien zusammengefaßt. Dabei wurde angenommen, daß die Flugzeit in den Mai und Juni fällt, daß die Eier sich während des Julis entwickeln, daß die Jungraupen im August und September, die Altraupen im Oktober und November fressen, und daß die Puppenruhe die Monate Dezember bis April umfaßt. Daß tatsächlich häufig Abweichungen von dieser den durchschnittlichen Beobachtungen entsprechenden Annahme erfolgen, daß Flugzeit und Eizeit, daß Eizeit und Jungraupenzeit meist ineinander übergreifen und sich teilweise überlagern, konnte nicht berücksichtigt werden. Auf der rechten Seite der Tabelle ist die Summe gezogen der Jahre 1925 — 1928, d. h. der Jahre der ansteigenden Gradation, der eigentlichen Massenvermehrung. Die anderen Jahre, deren Summe der Abweichungen gleichfalls vermerkt ist, spielen für unsere Betrachtungen eine geringere Rolle: ist die Retrogradation durch klimatische Einflüsse veranlaßt, so muß sich allerdings ein bemerkenswerter Unterschied in den beiden Summen ergeben; tritt das Ende der Epidemie aber durch biotische Faktoren — wie wohl meist — ein, so braucht eine Differenz nicht vorhanden zu sein.

Wesentlich ist, zu erkennen, ob zu Zeiten ansteigender Gradationen die Klimaverhältnisse gleichgerichtet waren; dann läßt sich der allerdings immer unsichere Schluß — post hoc ergo propter hoc — ziehen, daß die Gradationen durch diese klimatischen Verhältnisse veranlaßt wurden. Deshalb sind in Tabelle 9 in völlig gleicher Weise wie in Tabelle 8 die Abweichungen der tatsächlichen Monatsmitteltemperaturen von den normalen in Celsiusgraden während der Jahre 1890—1901 gegeben; die Angaben für die Gradations- und Retrogradationsjahre wurden wieder summiert.

Die Abweichungen wurden errechnet aus den von dem Preußischen Meteorologischen Institut in Berlin erhaltenen tatsächlichen Monatsmitteltemperaturen für die angegebenen Jahre und die Beobachtungsorte Salchau, Gardelegen und Halle a. d. S. und den dem Klimaatlas entnommenen normalen monatlichen Mitteln.

Die zahlreichen Angaben, die F. Eckstein über die Witterung während der Flugzeit des Spanners macht, lassen im allgemeinen erkennen, daß niedere Temperatur und häufige Regenfälle auf die Lebensdauer des

Tabelle 8.

Abweichungen der tatsächlichen von den normalen Monatsmitteltemperaturen in Celsiusgraden. Station Gardelegen 1924—1930.

	Jahr							Summe	Summe
	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1925/28	1924 u. 1929/30
Falter									
Mai . . .	+ 1,5	+ 2,4	— 0,9	— 2,2	— 1,7	+ 1,4	± 0	— 2,4	+ 2,9
Juni . . .	— 0,2	— 0.6	— 1,4	— 2,0	— 2,3	— 1,6	+ 2,5	— 6,3	+ 0,7
Summe	+ 1,3	+ 1,8	— 2,3	— 4,2	— 4,0	— 0,2	+ 2,5	— 8,7	+ 3,6
Ei									
Juli . . .	— 0,1	+ 1,8	+ 1,4	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,5	+ 5,3	+ 1,1
Jungraupe									
August . .	—[1])	+ 1,1	+ 0,4	+ 1,0	— 0 4	+ 1,7	+ 0,2	+ 2,1	—
September .	+ 1,0	— 1,8	+ 1,3	+ 0,8	— 0,5	+ 2,4	+ 0.3	— 0.2	+ 3,7
Summe	—	+ 0,7	+ 1,7	+ 1,8	— 0,9	+ 4,1	+ 0,5	+ 1,9	—
Altraupe									
Oktober . .	+ 1,5	+ 0,1	— 0,6	+ 1,0	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,0	+ 1,4	+ 3,8
November .	— 0.8	— 1,1	+ 2.8	— 1,4	+ 3,4	+ 1,7	+ 2,1	+ 3,7	+ 3,0
Summe	+ 0,7	— 1,0	+ 2,2	— 0,4	+ 4,3	+ 3,0	+ 3,1	+ 5,1	+ 6,8
Raupe . .	—	— 1,7	+ 3,9	+ 1,4	+ 3,4	+ 7,1	+ 3,6	+ 7,0	—
Puppe									
Dezember .	+ 1,6	— 1,0	+ 1,3	— 3,6	— 0,6	+ 3,3	+ 0,4	— 3,9	+ 5,3
Januar . .	— 1,9	+ 4,1	+ 0,8	+ 3,1	+ 2,4	— 3,8	+ 3,6	+ 10,4	— 2,1
Februar . .	— 3,1	+ 3.9	+ 3,5	+ 1,0	+ 2,4	— 11,9	— 0,5	+ 10,8	— 15,5
März . .	— 0.6	— 1,1	+ 1,5	+ 4,3	+ 0,4	— 0,3	+ 1,0	+ 5,1	+ 0,1
April . .	— 0,9	+ 1,7	+ 3.7	+ 0.2	+ 0,8	— 2,3	+ 1,6	+ 6.4	— 1,6
Summe	— 4,9	+ 7,6	+ 10,8	+ 5,0	+ 5,4	— 15,0	+ 6,1	+ 28,8	— 13,8

Falters kaum von Bedeutung sind; bei Regen wird der Flug unterbrochen, die Falter sitzen auf den Zweigen. Die Flugzeit wird durch ungünstige Witterung verzögert; ob sich eine Einwirkung auf Kopula und Eiablage, also Zahl der Nachkommenschaft ergibt, ist unbekannt.

In unseren Tabellen liegt die Temperatur während der Flugzeit 1925—1928 ganz erheblich unter normal, desgleichen 1897—1900, während sie 1890—1893 nahezu normal ist. Durch besondere Wärme ist die Flugzeit also nicht gefördert worden; andererseits ist kaum anzunehmen, daß unternormale Temperaturen optimal für den Spannerflug seien.

In den Tabellen 10 und 11 sind die Abweichungen der monatlichen Niederschläge von normal in Millimetern aufgezeichnet. In allen drei Gra-

[1]) Nicht beobachtet.

Tabelle 9.

Abweichungen der tatsächlichen von den normalen Monatsmitteltemperaturen in Celsiusgraden.
Station Halle a. d. S. 1890—1901.

	Jahr												Summe	Summe	Summe	Summe
	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1890/93	1894/96	1897/1900	1901
Falter																
Mai . . .	+ 1,9	+ 1.2	− 0,4	± 0	− 0,8	+ 0,4	− 1,6	− 1,5	− 0,4	− 0,9	− 1,2	+ 1,0	+ 2,7	− 2,0	− 4,0	+ 1.0
Juni . . .	− 1,8	− 1,3	+ 0.1	∓ 0,4	− 1,1	+ 0,5	+ 1,1	+ 1,5	− 0,5	− 1,1	+ 0,4	+ 0,2	− 2.6	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,2
Summe	+ 0,1	− 0,1	− 0,3	+ 0,4	− 1,9	+ 0,9	− 0,5	± 0	− 0,9	− 2,0	− 0,8	+ 1,2	+ 0,1	− 1,5	− 3,7	+ 1,2
Ei																
Juli . . .	+ 1,5	− 0,6	− 0,3	+ 1,4	+ 1,9	+ 1,0	+ 0,5	− 0,6	− 3,2	+ 0,3	+ 1,5	+ 1,9	+ 2,0	+ 3,4	− 2,0	+ 1,9
Jungraupe																
August . .	+ 1,1	− 1,2	+ 3,0	+ 0,7	− 0,7	+ 0,7	− 1.5	+ 1,5	+ 2,0	+ 0.7	+ 0,7	+ 0,5	+ 3.6	− 1,5	+ 4,9	+ 0,5
September .	+ 0 4	+ 1,9	+ 1.3	− 0,2	− 2.2	+ 2.3	+ 0.2	− 0,4	+ 0.7	− 0,6	+ 0,7	+ 0,3	+ 3,4	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,3
Summe	+ 1,5	+ 0,7	+ 4,3	+ 0,5	− 2,9	+ 3,0	− 1,3	+ 1,1	+ 2,7	+ 0,1	+ 1,4	+ 0,8	+ 7,0	− 1,2	+ 5,3	+ 0,8
Altraupe																
Oktober . .	− 0,6	+ 2,1	− 0.8	+ 2,0	− 0,1	− 0,8	+ 1,5	− 1,2	+ 0,2	− 0,3	+ 0,6	+ 1,0	+ 2,7	+ 0,6	− 0.7	+ 1,0
November .	− 0,5	− 0,4	− 2,0	− 1,1	+ 1,7	+ 1.6	− 2,3	− 0,4	+ 1,0	+ 3.7	+ 1,3	− 0,4	− 4,0	+ 1,0	+ 5,6	− 0.4
Summe	− 1,1	+ 1,7	− 2,8	+ 0,9	+ 1,6	+ 0,8	− 0,8	− 1,6	+ 1,2	+ 3,4	+ 1,9	+ 0,6	− 1,3	+ 1,6	+ 4,9	+ 0,6
Raupe . .	+ 0,4	+ 2,4	+ 1,5	+ 1,4	− 1,3	+ 3,8	− 2,1	− 0,5	+ 3,9	+ 3,5	+ 3,3	+ 1,4	+ 5,7	+ 0.4	+ 10,2	+ 1,4
Puppe																
Dezember .	− 6.2	+ 2,0	− 1,3	− 0,1	+ 0,3	− 0,3	− 0,9	+ 1,7	+ 3,6	− 4,0	+ 2,4	+ 0,5	− 5,6	− 0.9	+ 3,7	+ 0,5
Januar . .	+ 3,5	− 3,0	− 0.5	− 6 6	− 0,8	− 2.3	+ 0,9	− 2,0	+ 3,6	+ 3,4	+ 2,1	− 3,5	− 6,6	− 2,2	+ 7,1	− 3,5
Februar . .	− 2,7	− 0,7	+ 0,5	+ 1,7	+ 2,2	− 6,3	− 0,3	+ 0,6	+ 1,6	+ 1,8	+ 0,4	− 4.1	− 1,2	− 4,4	+ 4,4	− 4,1
März . . .	+ 2,0	+ 0,3	− 2,4	+ 1,9	+ 1,9	− 1,5	+ 2,5	+ 2,6	+ 0.4	− 0,3	− 2.2	− 0,8	+ 1,8	+ 2,9	+ 0,5	− 0,8
April . .	+ 0,3	− 2,2	+ 0,3	+ 1,2	+ 2,4	+ 1,6	− 0.9	+ 0,4	− 0,2	+ 0.4	− 0,5	+ 1,1	− 0,4	+ 3,1	+ 0,1	+ 1,1
Summe	− 3,1	− 3,6	− 3,4	− 1,9	+ 6,0	− 8,8	+ 1,3	+ 3,3	+ 9,0	+ 1,3	+ 2,2	− 6,8	− 12,0	− 1,5	+ 15,8	− 6,8

Tabelle 10.

Abweichungen der tatsächlichen von den normalen Monatsniederschlagssummen in Millimetern. Station Salchau 1924—1930.

	Jahr							Summe	Summe
	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1825/28	1924 u. 1929/30
Falter									
Mai . . .	+ 89	— 37	— 10	+ 29	— 2	— 15	+ 18	— 20	+ 92
Juni . .	— 32	— 2	+ 30	+ 26	— 14	+ 30	— 29	+ 40	— 31
Summe	+ 57	— 39	+ 20	+ 55	— 16	+ 15	— 11	+ 20	+ 61
Ei									
Juli . . .	+ 11	— 18	+ 65	+ 82	— 11	— 32	+ 7	+ 118	— 14
Jungraupe									
August . .	+ 141	+ 6	— 15	+ 75	+ 1	— 45	+ 27	+ 67	+ 123
September .	+ 28	+ 27	+ 14	+ 7	— 48	— 31	+ 10	± 0	+ 7
Summe	+ 169	+ 33	— 1	+ 82	— 47	— 76	+ 37	+ 67	+ 130
Altraupe									
Oktober .	— 19	— 7	+ 76	— 12	+ 42	+ 30	+ 23	+ 99	+ 34
November .	— 19	+ 10	+ 60	+ 9	+ 76	+ 3	+ 56	+ 155	+ 40
Summe	— 38	+ 3	+ 136	— 3	+ 118	+ 33	+ 79	+ 254	+ 74
Raupe . .	+ 131	+ 36	+ 135	+ 79	+ 71	— 43	+ 116	+ 321	+ 204
Puppe									
Dezember .	— 16	+ 53	+ 35	— 14	+ 9	+ 38	— 8	+ 83	+ 14
Januar . .	— 5	+ 15	+ 40	+ 20	+ 22	— 2	— 14	+ 97	— 21
Februar .	+ 1	— 9	+ 12	— 23	+ 18	+ 1	— 26	— 2	— 24
März . .	— 28	+ 16	— 3	— 26	— 11	— 23	+ 7	— 24	— 44
April . .	+ 35	+ 1	— 20	+ 55	+ 29	+ 1	+ 12	+ 65	+ 48
Summe	— 13	+ 76	+ 64	+ 12	+ 67	+ 15	— 29	+ 219	— 27

dationszeiträumen liegt die Niederschlagshöhe wesentlich über normal. F. Eckstein zeigt in seiner Arbeit an mehreren Tabellen, daß während großer Spannerkalamitäten die Juniniederschläge meist sehr niedrig gewesen sind. Das ist aus unseren Tabellen nicht zu ersehen. Vielleicht erklärt sich der Unterschied daraus, daß Eckstein die Eruptionsjahre ins Auge gefaßt hat, während wir die Klimaverhältnisse der Vorbereitungs- und Prodromaljahre untersuchen wollen.

Aus den Tabellen 8—11 ergibt sich, daß während der drei Gradationen die Temperatur während der Flugzeit meist unter normal, die Niederschlagsmengen über normal gewesen sind; nach landläufiger Meinung haben also für den Falter ungünstige Witterungsverhältnisse geherrscht. Daraus kann vielleicht unter Vorbehalt der Nachprüfung der vorläufige Schluß gezogen werden, daß bei der Einleitung einer Gradation die Witterung während der Flugzeit nur eine geringe Rolle spielt.

Tabelle 11.

Abweichungen der tatsächlichen von den normalen Monatsniederschlagssummen in Millimetern.
Station Halle a. d. S. 1890—1901.

	Jahr												Summe	Summe	Summe	Summe
	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1890/93	1894/96	1897/1900	1901
Falter																
Mai . . .	+ 9	— 9	— 17	— 18	— 17	+ 25	— 19	+ 17	— 22	+ 68	+ 13	— 9	— 35	— 11	+ 76	— 9
Juni . . .	+ 48	+ 83	— 20	— 26	— 1	— 8	+ 39	— 34	— 11	— 19	+ 57	— 2	+ 85	+ 30	— 7	— 2
Summe	+ 57	+ 74	— 37	— 44	— 18	+ 17	+ 20	— 17	— 33	+ 49	+ 70	— 11	+ 50	+ 19	+ 69	— 11
Ei																
Juli . . .	— 19	— 11	— 59	± 0	— 11	— 49	— 12	— 16	+ 20	+ 104	— 13	— 24	— 89	— 72	+ 95	— 24
Jungraupe																
August . .	+ 42	— 3	— 20	+ 17	+ 28	+ 39	+ 44	+ 17	+ 19	— 41	+ 3	— 20	+ 36	+ 111	— 2	— 20
September .	— 32	— 23	+ 37	— 14	+ 22	— 28	— 20	+ 57	— 25	+ 55	— 9	+ 30	— 32	— 26	+ 78	+ 30
Summe	+ 10	— 26	+ 17	+ 3	+ 50	+ 11	+ 24	+ 74	— 6	+ 14	— 6	+ 10	+ 4	+ 85	+ 76	+ 10
Altraupe																
Oktober . .	— 7	— 29	— 22	+ 54	+ 35	+ 9	— 5	— 15	— 11	— 29	+ 4	+ 3	— 4	+ 39	— 51	+ 3
November .	+ 44	— 7	— 35	+ 35	— 24	— 21	— 23	— 13	— 31	— 14	+ 10	+ 15	+ 37	— 68	— 48	+ 15
Summe	+ 37	— 36	— 57	+ 89	+ 11	— 12	— 28	— 28	— 42	— 43	+ 14	+ 18	+ 33	— 29	— 99	+ 18
Raupe . .	+ 47	— 62	— 40	+ 92	+ 61	— 1	— 4	+ 46	— 48	— 29	+ 8	+ 28	+ 37	+ 56	— 23	+ 28
Puppe																
Dezember .	— 25	— 12	— 2	— 14	+ 1	+ 19	— 2	— 23	— 12	+ 3	+ 4	— 8	— 53	+ 18	— 28	— 8
Januar . .	+ 25	+ 14	± 0	+ 11	— 21	+ 80	— 1	+ 17	— 4	— 8	+ 26	+ 1	+ 50	+ 58	+ 31	+ 1
Februar . .	— 19	— 15	∓ 6	+ 28	— 17	+ 5	— 17	+ 23	+ 20	— 18	+ 38	+ 21	± 0	— 29	+ 63	+ 21
März . . .	— 17	— 3	+ 2	— 6	— 30	— 18	+ 26	+ 10	+ 38	— 25	— 9	+ 1	— 24	— 22	+ 14	+ 1
April . . .	— 1	+ 24	— 25	— 30	— 4	— 18	+ 30	— 3	+ 32	— 13	— 3	+ 13	— 32	+ 8	+ 13	+ 13
Summe	— 37	+ 8	— 19	— 11	— 71	+ 68	+ 36	+ 24	+ 74	— 61	+ 56	+ 28	— 59	+ 33	+ 93	+ 28

Während des Eistadiums im Juli war die Temperatur 1925—1928 wesentlich höher als normal; 1890—1893 war sie ebenfalls, aber in geringerem Grade, höher. 1897—1900 um den gleichen Betrag niedriger als normal. Ferner war bei sämtlichen drei Gradationen die Temperaturen während der Raupenzeit, also von August bis November, höher als normal, teilweise sogar ganz beträchtlich. Sehr schön ausgeprägt ist in Tabelle 9 der Unterschied zwischen den Gradationsjahren und den Retrogradations- bezw. Normaljahren bezüglich der Höhe der Temperaturabweichungen. Summieren wir die Temperaturabweichungen während der Ei- und Raupenzeit, so ergibt sich folgendes Bild:

	1925/28	1890/93	1897/1900
Ei	+ 5,3 ° C	+ 2,0 ° C	− 2,0 ° C
Jungraupe . .	+ 1,9 ° C	+ 7,0 ° C	+ 5,3 ° C
Altraupe . . .	+ 5,1 ° C	− 1,3 ° C	+ 4,9 ° C
Summe . . .	+ 12,3 ° C	+ 7,7 ° C	+ 8,2 ° C

Der Schluß liegt nahe, daß die Einleitung der Massenvermehrung durch die sehr starke Steigerung der Temperatur während der Ei- und Raupenzeit gefördert worden ist.

Unklarer ist die Bedeutung der Niederschläge. Sie sind meist sehr viel höher als normal. Ob daraus gefolgert werden kann, daß Erhöhung der Temperatur in Verbindung mit Erhöhung des Niederschlags fördernd auf die Spannergradationen gewirkt haben? Oder ist die Menge des Niederschlags gleichgültig für die Entstehung einer Vermehrung? Es ist bekannt und wird durch zahlreiche Beispiele in der Literatur belegt, daß Eier und Raupen verhältnismäßig unempfindlich gegen Witterungseinflüsse sind. So wäre es wohl möglich, daß die Erhöhung der Temperatur während des Ei- und Raupenstadiums bei der Entstehung der Gradationen mitgewirkt hat, daß die übernormale Niederschlagsmenge aber weder hemmend noch fördernd gewirkt hat.

Die Verhältnisse während der Puppenruhe liegen ebenfalls unklar. Zweimal lagen Temperatur und Regenmenge über, einmal unter normal. Wirkt Temperaturerhöhung günstig für das Pupenstadium? Ist die niedere Temperatur während der Gradation 1890/93 ausgeglichen worden durch den sehr geringen Niederschlag?

Statt Erkenntnisse klarer Beziehungen ergeben sich also nur offene Fragen. Im Grunde genommen sind solche Untersuchungen interessant und notwendig, um zu zeigen, daß man mit ihnen alles und nichts beweisen kann. Mit Hilfe von Klimazahlen läßt sich die Entstehung jeder Kalamität in mehr oder weniger verschlungener Beweisführung erklären. Aber eine Prüfung, ob diese Erklärung tatsächlich stimmt, ist mit unseren heutigen Kenntnissen nicht möglich. Die bisher durchgeführten Untersuchungen sind — wie Escherich sehr richtig sagt — „allererste Anfänge, die in dieser Frage gemacht sind. Es wird eine Hauptaufgabe der

zukünftigen Forschung sein, genaue Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade auf das Leben bezw. die Mortalität der verschiedenen Entwicklungsstadien des Spanners vorzunehmen, so wie sie Zwölfer für die Eule angestellt hat".

VII.

Es ergibt sich als Schluß dieser Betrachtungen ein Arbeitsprogramm, um zunächst einmal die wichtigsten Probleme innerhalb der Epidemiologie des Kiefernspanners aufzudecken.

Als erstes müssen wir wissen, wie groß unter normalen Verhältnissen Eizahl und Geschlechtsverhältnis des Spanners sind, ob sie sich, vielleicht periodisch, ändern und aus welchen Gründen. Dann bleibt experimentell und durch Beobachtungen zu prüfen, wie abiotische Faktoren auf die einzelnen Lebensstadien, ihre Entwicklungsdauer und Mortalität einwirken. Wenn wir diese Unterlagen besitzen, läßt sich weiterarbeiten. Vorher sind kausalanalytische Erörterungen über Epidemien mehr oder weniger Spekulationen.

Auf Grund unserer dann feststehenden Kenntnisse über Zeugungskraft und Bedeutung der abiotischen Faktoren können wir daran gehen, stattgehabte Epidemien unter Zuhilfenahme von Klimadaten zu analysieren. Es ist uns dann möglich, herauszuschälen, welche Erscheinungen auf das Konto der geänderten Zeugungskraft bezw. der Klimaverhältnisse zu setzen sind. Der nicht erklärbare Rest muß durch biotische Faktoren verursacht sein.

Durch zahlreiche derartige Analysen, durch Freilandsbeobachtungen und Laboratoriumsversuche läßt sich ein Einblick in die Wirksamkeit und Bedeutung der biotischen Widerstandskomponenten gewinnen. Genauere Kenntnisse über diesen verwickelten Fragenkomplex zu erhalten, wird schwierig sein. Die Forderung Uvarovs: „Ziel ökologischer Forschungen sollte die exakte quantitative Analyse der Faktoren sein" wird sich bezüglich der biotischen Faktoren kaum verwirklichen lassen. Doch wird es für praktische Zwecke genügen, wenn ungefähre Anhaltspunkte für den Einfluß der biotischen Faktoren unter bekannten Verhältnissen gegeben sind.

Erst dann wird es möglich sein, an das Problem einer Prognosestellung heranzugehen.

Literatur.

Bodenheimer, F. S., Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. f. angew. Entom. XVI, 1930.

Brecher, Beobachtungen über Fraß des Kiefernspanners im Herbst 1900 und Vorbeugung. Deutsche Forstzeitg. 1901.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. XIV, 1929.

Eckstein, F., Zoologisch-meteorologische Studien. I. Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradation des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Zeitschr. f. angew. Entom. IX, 1923.

Eidmann, H., Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Vorläufige Mitteilung. Zeitschr. f. angew. Entom. XIII, 1928.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. 3. Berlin 1930.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin 1930.

Hellmann, G., Klimaatlas von Deutschland. Berlin 1921.

Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wien 1895.

Jucht, Ein Beitrag zur Kiefernspannerfrage. Zeitschr. f. angew. Entom. XI, 1925.

Knauth, Das Auftreten des Kiefernspanners (*Fidonia piniaria*). Forstl. naturw. Zeitschr. 1895.

Nitsche, H., Der neueste Kiefernspannerfraß im Nürnberger Reichswalde. Thar. Forstl. Jahrbuch 1896.

Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde 4. Aufl. Berlin 1927.

Schwerdtfeger, F., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners während des Fraßjahres 1929 in der Letzlinger Heide. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1930.

— — Das Ende des Kiefernspanner-Fraßes in der Letzlinger Heide 1930. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1931.

Trägårdh, I., Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Vorläufige Mitteilung. Zeitschr. f. angew. Entom. V, 1919.

Uvarov, B. P., Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. XVII, 1930.

Voelkel, H., Vorläufige Mitteilung über den gesetzmäßigen Ablauf der Massenvermehrung von Insekten. Nachr.-Bl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst 1930.

Wolff, M., Der Kiefernspanner. Berlin 1913.

Wolff, M., und Krauße, A., Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.

Zwölfer, W., Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Zentralbl. Bd. 50, 1930.

— — Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XVII, H. 3, 1931.

(Aus dem Entomologischen Seminar, Universität Rostock. Leiter: Prof. Dr. P. Schulze und Prof. Dr. K. Friederichs.)

Kiefernspanner und Parasiten nach der Gradation.

Von

K. Friederichs.

Einleitung.

Gradationen schädlicher Forstschmetterlinge sind oft untersucht worden, dagegen ist sehr wenig über ihr Auftreten und das ihrer Parasiten zwischen den Gradationen bekannt geworden. Nachdem 1929 eine Gradation des Kiefernspanners in Mecklenburg ihr Ende erreicht hatte, die in dem größten Teil ihres Verlaufs von dem Verfasser verfolgt worden war, bot sich nunmehr die Gelegenheit, durch Fortsetzung der Untersuchung das zahlenmäßige Auftreten des Spanners und seiner Parasiten im Jahre nach der Kalamität festzustellen. Das weitere Ziel ist, zu ermitteln, ob dann unmittelbar wieder der „eiserne Bestand" oder, wie ich es in den „Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten" genannt habe,[1]) das normale „Kontingent" zur Lebensgemeinschaft sich herstellt, oder ob zuerst ein Minimum des quantitativen Auftretens durchlaufen wird. Wenn diese Untersuchung Jahre hindurch fortgesetzt werden kann, so werden sich kleinere Schwankungen des Massenwechsels verfolgen lassen und eine etwaige neue Gradation wird in ihren ersten Anfängen erkannt werden. Ferner wird sich voraussichtlich nebenbei manches zur Kenntnis weiterer Arten ergeben, deren Puppen mühelos mitgesammelt werden können.

Die vorliegende Untersuchung wurde ermöglicht durch das Entgegenkommen der Mecklenburg-Schwerinschen Forstverwaltung, die dem Verfasser die Ergebnisse der hier wie überall bei den einzelnen Forstämtern stattfindenden jährlichen Suche nach Schädlingen fortlaufend zugänglich macht, so daß für die Überwachung des Kiefernspanners diejenigen Forstämter herausgegriffen werden konnten, wo man erwarten durfte, auf einer Fläche von etwa 50 qm wenigstens einige Puppen aufzutreiben. In den meisten

[1]) Der Ausdruck „eiserner Bestand" ist vom Blickpunkt der Epidemiologie aus geprägt worden, für die das Wesentliche die Gradation ist. Allgemein ökologisch interessiert jede andere Phase im Auf und Ab der Bevölkerungsdichte in gleichem Maße: daher war es angezeigt, zum mindesten für den Gebrauch in der Biocönologie jene andere Bezeichnung zu wählen.

Kiefernforsten Mecklenburgs war die Suche im Herbst 1930 gänzlich ergebnislos verlaufen, der Spanner also derart vereinzelt aufgetreten, daß er sich der Erfassung entzog. Zu diesen Forsten gehörten auch solche, in denen er 1929 sehr stark aufgetreten war. Eine vom Verfasser persönlich geleitete Suche in der Forst bei Bützow ergab auf ziemlich großer Fläche 0 Puppen — auch keine Puppen anderer Arten — wobei bemerkenswert ist, daß es sich um Mischwald mit eingestreuten reinen Beständen handelt und daß zahllose Mauselöcher von dem reichlichen Vorhandensein dieser Nager zeugten. Sie sind keineswegs bedeutungslos für den Massenwechsel des Spanners und anderer Insektenarten; das hatte sich selbst während der Gradation 1929 gezeigt, indem in jenem Wald bei Bützow auf einer großen Fläche, die durch Mäuse unterhöhlt war, keine einzige Spannerpuppe, auch kein anderes größeres Insekt in der Streu angetroffen wurde, während anderswo massenhaft Spannerpuppen gesammelt werden konnten. Hier hatten die Mäuse sie restlos vertilgt.

Möglich gemacht wurde diese Untersuchung ferner durch die besonders ausgedehnte und lange fortgesetzte Suche nach den Puppen in den Forsten der Stadt Waren, die Herr Stadtrat Völker im Interesse der Stadt und dieser Untersuchung ausführen ließ. Das Gesamtresultat aller Suchen in sechs Forstämtern war naturgemäß doch nur ein zahlenmäßig sehr bescheidenes: 141 Spannerpuppen, immerhin aber groß genug, daß der durchschnittliche Prozentsatz an Puppenparasiten daraus zu ermitteln war. Noch wichtiger ist die Ermittlung der Menge der Eiparasiten. Ich wagte bei einem so schwachen Auftreten des Spanners nicht zu hoffen, daß es möglich sein würde, durch Suchen im Wald Eier aufzutreiben, aber der Energie des Herrn Stadtrat Völker gelang es, auch ein kleines Material solcher zu beschaffen, die dann auf die Anzahl der Parasiten hin untersucht wurden.

Die Eier und die Eiparasiten 1930.

Die Untersuchungen Dr. Steiners über die Parasiten schlossen mit den Puppen 1929/30 ab. Dann entstand ein Vakuum in der Untersuchung,[1]) das nur zum Teil überbrückt wird durch Feststellungen, die Herr Stadtrat Völker machte und die dankenswerter Weise hier verwendet werden dürfen.

Die Eiablage war minimal. Auf 93 gefällten Kiefern wurden 1946 Eier festgestellt, je Baum also 29,24 Eier. Dabei entsteht allerdings die Frage, wieviel Prozent der Eier die Suche erfassen kann. Die Bäume wurden zwar möglichst nicht geschlagen sondern abgesägt und mit einem Strick niedergelassen, aber dennoch müssen viele Eier abfallen, und dies um so mehr, da das Gros aus leeren Eihüllen bestand. Übersehen scheinen nicht

[1]) Wegen der Vorbereitungen zur Jahresversammlung 1930 der Deutsch. Gesellschaft für angewandte Entomologie in Rostock.

viele zu sein, wie mehrfache Nachuntersuchung des bereits abgesuchten Materials ergab.

Parasitiert waren 1023 = 52,51% (23—80%). Die sonstige Mortalität scheint nicht bedeutend gewesen zu sein.

Das Vakuum beginnt bei der Frage nach der Fruchtbarkeit des einzelnen Falters und setzt sich über die Raupenzeit hin fort. Nach dem festgestellten Parasitierungsgrad der Puppen kamen im Sommer 1930 auf einen Falter zwei Parasiten (Schlupfwespen oder Tachinen), von den Eiparasiten abgesehen, oder, wenn man diese einrechnet, auf die durch Eiparasiten um die Hälfte verminderte Nachkommenschaft eines Falters 2 Parasiten. Die Puppen erwiesen sich später als zu 24,69% parasitiert.

Herkunft und Umfang des Materials 1931.

Aus 20 Abteilungen der Forst der Stadt Waren stammten 93 Spannerpuppen
„ 6 Revieren von 5 Mecklb. Forstämtern „ 48 „
zusammen 141 Spannerpuppen.

Aus verschiedenen Abteilungen der Forst der Stadt Waren 218 Spannereier.

Bezüglich der Anzahl der nebenher gesammelten Puppen und bezüglich der Jahreszeit, in der das Sammeln der Puppen erfolgte, siehe Tabelle I.

Es wurden gefunden in der Forst Waren auf 243 qm insgesamt 93 Spanner, 12 Eulen, 3 Schwärmer,

demnach durchschnittlich je Quadratmeter 0,38 Spanner, 0,049 Eulen, 0,0012 Schwärmer,

oder 1 Spanner auf je 2,6 qm, 1 Eule auf je 20,25 qm, 1 Schwärmer auf 81 qm.

Ferner: In Neukloster, wo der Suche ebenfalls besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden zu sein scheint, auf 800 qm nur 4 Spanner, also 1 Spanner auf je 200 qm, 1 Eule auf 114 qm, 1 Schwärmer auf 800 qm. In Neukloster war stärkste Gradation vorhergegangen. In Dobbertin aber, wo das gleiche der Fall gewesen war, wurden doch noch 10 Spanner auf 40—50 qm gefunden, also ein Spanner auf 4—5 qm. In Kaliss, das in der Südwestecke Mecklenburgs liegt, kamen ganz im Gegensatz zu den anderen Revieren bei äußerster Seltenheit des Spanners auf der untersuchten Fläche 0,45 Eulenpuppen auf den Quadratmeter. An vielen Stellen der Kalisser Forst kam es 1931 schon zu starkem Fraß, so auch in anderen Revieren im Südwesten, deren Puppenzahl hier nicht bekannt war. Ferner scheint sich auch im Südosten die Eule zu vermehren.

Der Schwärmer befand sich in Kaliss mit 0,56 Puppe je Quadratmeter offenbar ebenfalls in Gradation. Zugleich kam dort 1931 eine Nonnenkalamität zum Ausbruch, die sich über den ganzen Südwesten Mecklenburgs erstreckt.

Tabelle I. Übersicht der Sammelergebnisse.

Nr.	Örtlichkeit	Größe der abgesuchten Fläche	Datum der Suche	Spanner-puppen *B. piniarius*	Eulenpuppen *P. flammea*	Schwärmer.-puppen *S. pinastri*
1	Waren, Abt. 37, 38	16 Flächen je 1 qm	4. 2.	8	1	1
2	Waren, Abt. 37, 38	16 Flächen je 1 qm	25. 3.	11	1	1
3	Waren, Abt. 37, 38	17 Flächen je 1 qm	26. 3.	2	3	1
4	Waren, Abt. 73, 74	20 Flächen je 1 qm	26. 3.	8	1	—
5	Waren, Abt. 37, 38	10 Flächen je 1 qm	27. 3.	3	—	—
6	Waren, Abt. 73, 74	19 Flächen je 1 qm	27. 3.	6	—	—
7	Waren, Abt. 64	16 Flächen je 1 qm	30. 3.	2	—	—
8	Waren, Abt. 73, 74, 75	20 Flächen je 1 qm	30. 3.	6	1	—
9	Waren, Abt. 68	19 Flächen je 1 qm	2. 4.	7	1	—
10	Waren, Abt. 66, 67	24 Flächen je 1 qm	21. 4.	—	2	—
11	Waren, Abt. 8	24 Flächen je 1 qm	21. 4.	13	2	—
12	Waren, Abt. 17, 18, 21	12 Flächen je 1 qm	12. 5.	8	—	—
13	Waren, Abt. 6, 7, 11, 12 . . .	15 Flächen je 1 qm	15. 5.	12	—	—
14	Waren, Abt. 11, 14, 17, 18, 19, 21, 22	15 Flächen je 1 qm	15. 5.	7	—	—
15	F. A. Neukloster, Revier Warin .	$50 \times 16 = 800$ qm	20. 3.	4	7	1
16	F. A. Wabel, Revier Stolpe . .	144 qm	—	20	1	—
17	F. A. Wabel, Revier Kolbow . .	25 qm	25. 3.	2	8	—
18	F. A. Everstorf, Revier Gostorf .	10 qm	26. 3.	8	3	1
19	F. A. Kaliss	125 qm	1. 4.	4	56	70
20	Kösterbeck	25 qm	16. 4.	—	5	—
21	F. A. Dobbertin, Revier Schwinrz	40 – 50 qm	30. 4.	10	—	—
				141	92	75

Tabelle II. Verteilung der Spannerpuppen bei Waren.
Von 243 Flächen von je 1 qm waren

Nr.	Ohne Spanner-puppen	Mit 1 Spanner-puppe	Mit 2 Spanner-puppen	Mit 3 Spanner-puppen	Mit 4 Spanner-puppen
1	8	8	—	—	—
2	9	6	1	—	—
3	15	2	—	—	—
4	14	4	2	—	—
5	7	3	—	—	—
6	14	4	1	—	—
7	14	2	—	—	—
8	15	4	1	—	—
9	14	4	—	1	—
10	24	—	—	—	—
11	14	7	3	—	—
12	7	3	1	1	—
13	6	7	1	1	—
14	11	3	—	—	1
	172	57	10	3	1

Selbstverständlich sind nirgends alle Puppen gefunden worden, aber in Waren und vielleicht in dem einen oder anderen der übrigen Reviere wahrscheinlich ein großer Prozentsatz; ich glaube sogar annehmen zu dürfen, daß in Waren wenig übersehen worden ist. (S. Tab. II.)

Gewicht und Länge der Spannerpuppen.

Mit Rücksicht auf die Untersuchungen von Voelkel, wonach im Laufe der Jahre Schwankungen im Gewicht und in der Länge der Puppen vorkommen, wurde beides gemessen. Dies konnte allerdings nicht für alle Puppen durchgeführt werden; das Ergebnis mag trotz der geringen untersuchten Puppenzahl von Interesse sein.

Tabelle III. Gewicht[1]) und Länge der Spannerpuppen bei Waren.

Nr. 1	8 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,75 mm	—
Nr. 2	11 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,86 mm	10 Puppen wogen zusammen 1,24 g, durchschnittlich 0,124 g
Nr. 4	7 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,85 mm	7 Puppen wogen zusammen 0,92 g, durchschnittlich 0.131 g
Nr. 6	5 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,20 mm	5 Puppen wogen zusammen 0,54 g, durchschnittlich 0,108 g
Nr. 7	2 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,50 mm	2 Puppen wogen zusammen 0,25 g, durchschnittlich 0,125 g
Nr. 8	—	5 Puppen wogen zusammen 0,65 g, durchschnittlich 0,130 g
Nr. 9	7 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,78 mm	4 Puppen wogen zusammen 0,485 g, durchschnittlich 0,121 g
Nr. 11	12 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 13,66 mm	—

31 Puppen wogen zusammen 4,085 g, durchschnittlich 0,1318 g.
52 Puppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,80 mm.

Tabelle IV. Gewicht und Länge sonstiger Spannerpuppen aus Mecklenburg.

Nr. 16 (Stolpe)	19 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,79 mm	19 Puppen wogen zusammen 2,22 g, durchschnittlich 0,168 g
Nr. 17 (Wabel)	2 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 13,75 mm	2 Puppen wogen zusammen 0,31 g, durchschnittlich 0,155 g
Nr. 18 (Gostrof)	7 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 14,40 mm	6 Puppen wogen zusammen 1,08 g, durchschnittlich 0,180 g
Nr. 19 (Kaliss)	4 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 14,25 mm	4 Puppen wogen zusammen 0,69 g, durchschnittlich 0,172 g
Nr. 21 (Schwinrz)	8 Spannerpuppen hatten eine Durchschnittslänge von 12,75 mm	—

31 Puppen wogen zusammen 4,30 g, durchschnittlich 0,1387 g.
40 Puppen hatten eine Durchschnittslänge von 13,59 mm.

[1]) Nur kräftig bewegliche Puppen wurden gewogen.

Methode zur Erfassung der Parasiten.

Eine vergleichende Übersicht des Wertes der verschiedenen Methoden zur Feststellung des Prozentsatzes parasitierter Puppen des Spanners hat Schwerdtfeger gegeben.[1]) Er kam zu dem interessanten Ergebnis, daß nur die Aufzucht der Puppen und Parasiten zuverlässig ist, wobei dann noch die abgestorbenen Puppen auf Parasitenreste untersucht werden können. Für das Bedürfnis der Praxis ist ja damit nichts anzufangen; zieht sich doch das Ausschlüpfen von *Anomalon biguttatum* nach Steiner bis in den August hin! Die Ecksteinsche Methode erfaßt nach den Mitteilungen Schwerdtfegers den Großteil der Parasiten, aber nicht alle. Es sei dahingestellt, ob das Ergebnis dabei immer unvollkommen ausfallen muß. Sonst ist die bis jetzt einzige Methode, welche eine frühzeitige sichere Erfassung der Parasiten auch in ihren jüngsten Stadien ermöglicht, die von Görnitz, welche in Schwerdtfegers Übersicht noch nicht mit herangezogen worden ist. Sie ist nach unserer Erfahrung so umständlich und zeitraubend, daß sie für die Untersuchung großer Mengen von Puppen, wie sie zu den laufenden Aufgaben der Forstinstitute gehört, schwerlich angewendet werden könnte. Für die Aufgabe dagegen, die Verfasser sich gestellt hat, ist sie geeignet, wenigsten solange es sich dabei nur um eine geringe Anzahl von Puppen handelt, und sie wurde daher angewendet. Nur ein kleiner Teil des Materials wurde durch Schlüpfenlassen untersucht.

Auch ich aber machte die Erfahrung, daß die Erfassung der winzigen Ophioninen eine so schwierige Aufgabe ist — es kommt auch auf die Sehschärfe des Untersuchers dabei an! —, daß ich bei demjenigen Teil meines Materials, welches außerhalb Mecklenburgs gesammelt worden war, nicht sicher war, alle Ophioninen gefunden zu haben, so daß ich mit Bedauern dieses Material hier ganz außer Betracht lassen mußte. Bei der Untersuchung desselben war meist mit durchfallendem Licht gearbeitet worden; als ich dann dazu überging, mit auffallendem Licht zu arbeiten, indem die zur Untersuchung dienende Petrischale, in der sich der in Kalilauge verseifte Körperinhalt der Puppe befand, auf eine schwarze Tischfläche gestellt und so mit der Lupe abgesucht wurde, stieg plötzlich die gefundene Zahl der Ophioninen so stark an, daß ich annehmen mußte, vorher solche übersehen zu haben. Als sicheres Resultat blieb nur, daß dieses aus Staakow in der Provinz Brandenburg stammende Material keine Tachinen und mehr Ophioninen als Ichneumoninen enthielt; von letzteren waren 8 in 141 Puppen enthalten.

Es ist entschieden notwendig, daß eine sichere, nicht zu zeitraubende Methode für den Nachweis winziger Parasiten gefunden wird, und es wird hier an dieser Aufgabe gearbeitet.

---

[1]) Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1931, S. 274–276.

Der Prozentsatz der Parasiten.

Tabelle V. Waren. Kiefernspanner.

Nr.	Anzahl der untersuchten Spanner-puppen	Nicht parasitiert	Ichneu-moniden	Ophio-ninen	Tachinen	Nicht genau ermittelte Parasiten	Parasiten insgesamt
1	8	7	—	—	1	—	1
2	11	10	—	—	1	—	1
3	1	1	—	—	—	—	—
4	8	7	—	1	—	—	1
5	nicht untersucht	—	—	—	—	—	—
6	6	2	1	—	3	—	4
7	2	1	—	—	1	—	1
8	5	3	—	—	1	1	2
9	7	5	—	—	2	—	2
10	keine Spannerpuppen	—	—	—	—	—	—
11	13	11	—	1	1	—	2
12	8	5	—	—	1	2	3
13	10	8	—	2	—	—	2
14	6	4	—	—	2	—	2
	85	64	1	4	13	3	21 = 24,69 %

Im Vorjahre, in dem die Kalamität zusammenbrach, waren nach Steiner 245 von 422 untersuchten Puppen aus Waren parasitiert, also 58 %, davon 145 = 34,3 % ichneumoniert, 25 = 5,9 % mit Ichneumoniden + Tachinen besetzt.

Tabelle VI. Sonstige Reviere in Mecklenburg. Kiefernspanner.

Nr.	Anzahl der untersuchten Spanner-puppen	Nicht para-sitiert	Ichneu-moniden	Ophio-ninen	Tachi-nen	Nicht genau ermittelte Parasiten	Parasiten insgesamt
15 (Neukloster)	4	4	—	—	—	—	—
16 (Stolpe)	20	14	1	3	2	—	6
17 (Kolbow)	2	2	—	—	—	—	—
18 (Gostorf)	7	5	1	—	1	—	2
19 (Kaliss)	4	4	—	—	—	—	—
20 (Kösterbeck)	keine Spannerpuppen	—	—	—	—	—	—
21 (Schwinrz)	10	7	—	—	2	1 Schlupfwespe	3
	47	36	2	3	5	1	11 = 23,40 %

Untersuchte Spannerpuppen insgesamt 132, davon parasitiert mit Ichneumoninen 3, mit Ophioninen 7, Tachinen 18, unbestimmte Parasiten 4, insgesamt 32 = 24,24 %.

Tabelle VII.

Sterblichkeit der Eier des Kiefernspanners in der Warener Forst 1931.

Lfde. Nr.	Anzahl der untersuchten Kronen	Datum	Anzahl der gefundenen Eier	Vorher oder nachher ausgeschlüpft	Abgestorben	Parasitiert	Bemerkungen
1	3	27. 6.	4, 4, 3, 3 = 14	12	2	—, —, —, —	
2	6	1. 7.	3, 1, 4 = 8	5	—	2, —, 1	
3	3	30. 6.	3	3	—	—	
4	3	30. 6.	3, 5, 4, 7, 6 = 25	16	—	2, —, 7, —, —	
5	6	6. 7.	2, 5, 8 = 15	15	—	—, —, —	
6	5	6. 7.	8, 4, 4, 5, 3, 4, 2, 2, 1, 4, 2, 4, 1, 4, 4, 3 = 55	52	1	—, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —, 2, —	
7	5	13. 7.	3, 7, 3, 4, 4, 2, 14, 3, 3, 4, 2, 2 = 51	47	4	—, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —, —	Nach dem Ausschlüpfen gesammelt.
8	4	15. 7.	3, 16, 2, 8, 4, 3, 2, 2, 2, 5 = 47	13	—	—, 1, —, —, —, 3, —, —, —, —	Nach dem Ausschlüpfen gesammelt.
	35		218	193	7	18 = 8,7 %	Gesamtsterblichkeit 25 = 11,46 %.

Auf 35 Bäumen wurden 218 Eier gefunden, also je Baum 6,22 Eier.

Bei den Eulen- und Schwärmerpuppen mußte zwischen den Stellen schwachen Vorkommens und der Stelle, wo Gradation bestand — Kaliss — unterschieden werden. Von den untersuchten 34 Eulenpuppen aus mehreren Revieren waren 6 (von Ichneumonen) parasitiert. Von den 56 Puppen aus Kaliss starben 15 ab, 33 lieferten den Falter, 8 waren parasitiert.

Aus den 5 Schwärmerpuppen, die an verschiedenen Stellen gesammelt wurden, kamen keine Parasiten zum Vorschein. Aus den 70 in Kaliss gesammelten schlüpften 38 Schwärmer, 3 Schlupfwespen (*Aphanistes ruficornis* Grav. s. l.[1]) und aus 1 Puppe 8 Tachinen (*Phryxe erythro-*

[1]) Herr Prof. Dr. Bischoff, Berlin, hatte die Güte, diese Ichneumoniden zu bestimmen. Er betonte, daß die Systematik dieser Parasiten noch sehr im argen liegt und daß aus den namentlichen Angaben in der Literatur daher oft nicht mit Sicherheit zu

stoma Htg.[1]). Es kamen also auf die nach Abzug sonstiger Todesursachen verbleibenden 42 Schwärmerpuppen 4 parasitierte = 9,5%, oder, auf sämtliche Puppen berechnet 5,7%.

Eine größere Anzahl von Schwärmerpuppen erhielt ich auch aus Staakow in der Mark. Von 58 Puppen lieferten 38 den Schwärmer, 3 waren bei der letzten Untersuchung, am 1. August, unentwickelt aber gesund, vielleicht Überlieger. Aus 5 kam je 1 Schlupfwespe (*Aphanistes ruficornis* s. l.), aus 3 weiteren kamen Fliegen (*Phryxe erythrostoma*). Es waren somit 19,5% bezw. 13,8 parasitiert.

Erörterung der Ergebnisse.

Vorausgeschickt sei, daß den Ergebnissen dieser Untersuchung vom Verfasser, soweit es sich um absolute Zahlen handelt, keine Allgemeingültigkeit über das Gebiet hinaus, worin die Untersuchung gemacht wurde, zugeschrieben wird, weil das niedrig temperierte Klima daselbst die Entfaltung des Insektenlebens einschränkt im Gegensatz zu mehr südlichen Gebieten, wo es mehr Individuen und mehr Arten gibt. Der Kiefernspanner befindet sich hier schon im peripheren Teil seines Verbreitungsgebietes; die Wärmesumme ist nur noch eben zureichend für seine Entwicklung, wie sich aus der späten, bis in den Anfang des Winters sich hinziehenden Verpuppung ergibt. Das Minimum der Bevölkerungsbewegung des Spanners mag daher tiefer liegen als weiter südlich, und von dem normalen Kontingent zur Biocönose (dem „eisernen Bestand") mag das gleiche gelten. Gleichgerichtete Untersuchungen in anderen Teilen Mitteleuropas wären erforderlich, damit man über diese Fragen zur Gewißheit käme.

Für Mecklenburg-Schwerin aber gilt, daß nach der Gradation der Jahre vorher im allgemeinen eine unerfaßbar geringe Menge von Spannern übrig geblieben ist und daß die Besetzung 1930, soweit bekannt, hier nirgends ein Maximum von durchschnittlich 0,38 Spanner je Quadratmeter überschritten hat. Zwar muß man einige beim Sammeln nicht gefundene Puppen hinzurechnen, aber das Bild verändert sich dadurch nicht wesentlich.

Die Puppendichte in der Warener Forst hatte 1929/30, also im Jahre der Retrogradation, durchschnittlich etwa 13,17 betragen. Bei der Aufzucht im Labor gingen $^2/_3$ aus nicht erkennbarer Ursache zugrunde. Dies läßt auf eine starke natürliche Mortalität der Puppen schließen. Unterstellen wir, daß sie in der Natur annähernd ebenso groß war, so

---

ersehen ist, um welche Art es sich handelt. Nach den Tabellen von Schmiedeknecht und Morley wäre die von mir gezogene Art als *A. bellicosus* Wesm. zu bezeichnen. Nach Bischoff hat aber Wesmael unter seiner Art etwas anderes verstanden. *A. ruficornis* umfaßt mehrere verschiedene Formen; welche davon der echte *ruficornis* Grav. ist, kann ohne Vergleichung mit den Typen nicht ermittelt werden. Daher der Zusatz „sensu lateriore".

[1]) Die Bestimmung verdanke ich Herrn Mittelschulkonrektor a. D. O. Karl, Stolpe.

wären, da von den überlebenden nach Steiner etwa $^2/_3$ parasitiert waren, je Quadratmeter immerhin noch 1,5 Falter geschlüpft. Die Eiablage war nicht dementsprechend: 29,24 Eier je Baum. Davon wurden 52,51% durch Parasiten vernichtet, während die sonstige Sterblichkeit der Eier nur einige Prozent betrug. Die aus dem Rest herangewachsenen Puppen — 0,38 je Quadratmeter — waren zu 24,69% parasitiert. Die Falter daraus lieferten 1931 an Eiern 6,22 je Baum. Davon waren 8,7% parasitiert, die sonstige Sterblichkeit war gering. Zusammengefaßt:

1929/30: 13,17 Puppen je Quadratmeter. Mortalität aus unbekannter Ursache $^2/_3$, parasitiert von den überlebenden 68,07%.
1930: 1,5 Falter je Quadratmeter, dazu 3 Parasiten.
„ : 29,24 Eier je Baum oder 5 Eier je Quadratmeter, davon parasitiert 52,51%.
1930/31: 0,38 Puppen je Quadratmeter, davon parasitiert 24,69%.
1931: 0,28 (?) Falter je Quadratmeter.
„ : 6,22 Eier je Baum oder etwa 1,03 Ei je Quadratmeter, davon parasitiert 8,7%.

Soweit Zahlen aus anderen Revieren Mecklenburgs vorliegen, haben sie dieselbe Größenordnung, meist aber ist der Spanner auf eine nicht erfaßbar geringe Bevölkerungsdichte vermindert worden.

Muir[1]) hat unlängst das Zahlenverhältnis von Wirt und Parasit als dem Gesetz von Malthus folgend bezeichnet, wonach die Zunahme einer Bevölkerung von der verfügbaren Nahrungsmenge oder der größeren oder geringeren Leichtigkeit oder Fähigkeit sie sich zu verschaffen abhängt. Das bedeutet, daß die Anzahl der Parasiten nicht proportional der Menge der Wirte sein kann, sondern der Prozentsatz der Parasiten muß ceteris paribus bei Vermehrung der Wirte zunehmen, bei Verminderung derselben abnehmen. Denn besonders bei den wenig beweglichen *Trichogramma* — von *Telenomus* wissen wir nichts Genaueres — hat die Verteilung beider im Raum großen Einfluß darauf. Ist der Wirt sehr schwach vertreten, so hat Trichogramma weniger Aussicht zu einer Beute zu gelangen als bei Häufigkeit des Wirtes. In abgeschwächtem Maße gilt das aber auch für die stärker beweglichen Ichneumoniden und Tachinen. Ein Parasit, der lange Wege zurückzulegen hat, um zu seiner Beute zu kommen, hat weniger Aussicht auf Fortpflanzung als ein anderer der gleichen Art, der ohne weiteres auf seine Beute stößt, — das ist selbstverständlich. Diesen Grundsätzen entsprechen die für den Kiefernspanner gefundenen Vergleichszahlen offenbar aufs beste.

Welchen Einfluß Polyphagie und die gleichzeitige Verfügbarkeit anderer Wirte haben, ist ein großes Bündel von Fragen für sich, das hier außer Betracht bleiben soll, aber — wie alle diese Fragen — vermutlich experimenteller Behandlung zugänglich wäre.

Muir hat an eingeführten Parasiten in Hawaii die Erfahrung gemacht, daß sie die Zahl der Wirte im Laufe der Zeit auf einen bestimmten Bruchteil derjenigen Menge vermindern, die vor der Einführung des Parasiten da war, dann aber eine weitere Verminderung durch die Parasiten nicht mehr stattfindet. Die betreffende Verhältniszahl von Wirt und Parasit nennt er den kritischen Punkt des Parasitismus. Die Existenz eines solchen Punktes ist — zwar nicht unter den künstlichen Verhältnissen von Hawaii, aber innerhalb der natürlichen Assoziation — ein logisches Postulat. Denn wenn es diesen

[1]) Muir, F., The critical point of parasitism and the law of Malthus. — Bull. entom. Res. Vol. 22, 1931, S. 249—251.

Punkt nicht gäbe, so wäre Ausrottung des Wirtes und Aussterben des Parasiten die notwendige Folge.

Ich möchte nicht wie Muir sagen, daß unterhalb des kritischen Punktes der Parasit „keinen Einfluß auf die Zahl der Wirte mehr ausübt". Denn wenn der Parasit in Fortfall käme, so würde doch, soweit nicht andere Faktoren hineinspielen, ein mehr oder weniger schnelles Anwachsen der Zahl der Wirte die Folge sein müssen. Der Parasitismus wirkt also als Bremse und kann unter den verhältnismäßig wenig schwankenden Wetterverhältnissen Hawaiis oder anderer Tropenländer eine sehr vollkommen wirkende Bremse sein. In unseren Breiten aber, wo die Wetterverhältnisse ungleich mehr schwanken, versagt diese Bremse, wenn die Voraussetzungen einer klimatisch bedingten Gradation gegeben sind. Sie verlangsamt die Vermehrung, aber zunächst nur sehr wenig; erst mit steigender Gradation stärker; schließlich wird der Punkt erreicht, wo die weitere Vermehrung aufgehalten und darüber hinaus die Anzahl der Wirte auf diejenige Zahl vermindert wird, die den Ausgangspunkt der Gradation bildet, oder vielmehr, sie sinkt vermutlich tiefer herab. Zugleich fällt in der nächsten Generation die Anzahl der Parasiten noch unverhältnismäßig mehr, so daß das Zahlenverhältnis des kritischen Punktes hergestellt wird, oder, wenn die Wirtsbevölkerung noch sinkt, so geht auch der Prozentsatz der Parasiten noch unter den des kritischen Punktes herab. Nehmen wir an, ein Parasit könne den Wirt ganz allein meistern, nehmen wir ferner das Zahlenverhältnis 10 : 1 willkürlich als den kritischen Punkt an, so kann etwa folgendes Zahlenbeispiel konstruiert werden:

	1. Jahr	Vermehrungskoeffizient	2. Jahr	Vermehrungskoeffizient	3. Jahr	Vermehrungskoeffizient	4. Jahr	Vermehrungskoeffizient	5. Jahr
Wirt . .	100	5	450	5	2000	5	8125	5	21 875
Parasit. .	10	5	50	7,5	375	10	3750	?	21 800?

Denn der Vermehrungskoeffizient des Parasiten steigt nach den oben bezeichneten Grundsätzen mit der Leichtigkeit, Beute zu finden. Immer aber bleibt eine Anzahl der Wirte verschont, die in dem Zahlenbeispiel mit 75 bezeichnet wird. Jetzt kommt aber ein großes Fragezeichen. Auf diese 75 kommen 21 800 Parasiten! Warum werden die 75 nicht ausgerottet? Die Schwierigkeit der Auffindung der Beute müßte doch, so sollte man erwarten, durch die große Zahl der Parasiten ausgeglichen werden! Dieser Einwand gilt nicht nur für den angenommenen extremen Fall, sondern für jede Verminderung der Wirte von einer Generation zur anderen, die zur Folge hat, daß die entsprechende Generation des Parasiten unverhältnismäßig zahlreich gegenüber dem Wirt auftritt. Wie stellt sich dann das Gleichgewicht wieder her?

Das ist die Frage, vor die uns der Wechsel in der Bevölkerungsdichte des Kiefernspanners und seiner Parasiten von 1930 zu 1931 stellt. Auf einen Falter kamen im Sommer 1930 zwei Ichneumoniden oder Tachinen; die Eiablage der Falter war spärlich; die wenigen Eier wurden zur Hälfte durch Eiparasiten vernichtet; eine geringe Raupenzahl war also dem Angriff einer im Verhältnis dazu sehr großen Parasitenmenge ausgesetzt. Trotzdem wurde nur $^1/_4$ der Raupen parasitiert.

Ungunst der Witterung, die die Parasiten stärker traf als die Spanner? Warum haben sie sich dann aber in den Jahren vorher mit der steigenden Nahrungsmenge bis zu 68% und mehr vermehrt, ohne daß Witterungseinflüsse sie daran hinderten? Wir können zurzeit nur die Tatsache ver-

zeichnen[1]) und nur immer wieder beklagen, daß die Möglichkeit fehlt, derartige Lücken durch fortlaufende Beobachtung im Walde in ökologischen Stationen auszufüllen.

Bemerkenswert ist andrerseits das starke Auftreten der Eiparasiten 1930 bei sehr schwacher Eiablage. Sollen wir die Menge dieser Parasiten als eine Folge der vorhergehenden Gradation betrachten? Dazu liegt schwerlich Grund vor, denn diese massenhaften Parasiten sind ja nicht direkte Nachkommen derjenigen, die im Jahre vorher die Eier des Kiefernspanners parasitiert haben. Hier sind vermutlich viele Einflüsse der Umwelt ausschlaggebend, die nichts mit dem Spanner zu tun haben, z. B. die Polyphagie dieser Parasiten.

Bei aller Bedeutung, die die Witterung auch für die Parasiten hat, muß bei ihnen im allgemeinen die Nahrungsmenge als der wichtigste Faktor, als erste Voraussetzung jeder stärkeren Vermehrung angesehen werden. Jedenfalls hätte sonst alle biologische Bekämpfung wenig Sinn.

Es gibt also für die Parasiten eine der Menge der Wirte als der Nahrung entsprechende normale Verhältniszahl, die sich mit der verfügbaren Menge der Nahrung in geometrischer Progression steigert oder absinkt. Die auf den Kiefernspanner bezüglichen Werte jener Verhältniszahl sind bis jetzt nur sehr unvollkommen bekannt. Für die normalen Zeiten zwischen den Gradationen fehlen sie uns noch ganz; für die Gradation selbst liegen Mitteilungen insbesondere von Seitner, Schwerdtfeger, Steiner vor, die aber, soweit sie nicht auf Schlüpfversuchen beruhen, der Überprüfung durch vollkommenere Methoden in künftigen Fällen bedürfen, und für das Jahr nach der Gradation werden nun hier die ersten, wie ich glaube, auch bezüglich der Ophioninen zuverlässigen Angaben gemacht.

Steiner kam bezüglich der Gradation zu dem Schluß, daß die Parasiten sie nicht beendigt haben konnten, da auch zuletzt nur etwa $^2/_3$ der Puppen parasitiert waren. Für den weiteren Rückgang 1930/31 scheint dasselbe zu gelten, da zwar die Eier ungemein stark parasitiert waren, aber von den Puppen nur der vierte Teil. Aber wir wissen nicht, wie die Parasiten da weiterhin gewirkt haben, wo der Spanner im Laufe 1930/31 ganz verschwand; auch fehlt die Untersuchung der Parasitierung der Raupen in den übrigen Gebieten, wo er in faßbarer Zahl erhalten blieb — bedauerliche Lücken, die man versuchen muß, nach einer künftigen Gradation auszufüllen.

[1]) Baer erwähnt in seiner Tachinen-Monographie (Ztschr. f. ang. Ent. Bd. 6, S. 229) einen von Nielsen festgestellten Fall, in dem die Tachine *Carcelia gnava* sich in Weiden- und Ringelspinner im Laufe mehrerer Jahre so weit vermehrte, daß auf dem Höhepunkt der Gradation dieser Wirte 66% derselben parasitiert waren. Im nächsten Jahre fanden fast sämtliche Raupen schon halbwüchsig durch Überinfektion mit den Schmarotzern ihren Tod. In unserem Falle hat eine entsprechende Untersuchung der Raupen aus schon erwähnten Gründen leider nicht stattfinden können. Es bleibt die Möglichkeit offen, daß auch beim Spanner das Gros der den anderen dezimierenden Faktoren entgehenden Raupen einer Überinfektion erlegen ist.

Zusammenfassung.

1. Nach der Kiefernspannerkalamität der Jahre 1928 und 1929 in Mecklenburg sank die Größe der Spannerbevölkerung im Laufe des Jahres 1930 im allgemeinen auf ein nicht erfaßbares Minimum ab, an manchen Stellen dagegen nur so weit, daß eine gewisse Anzahl von Puppen gefunden werden konnte. In der Forst der Stadt Waren, wo Genaueres festgestellt werden konnte, kamen 1929/30 13,1 Puppen auf den Quadratmeter, 1930/31 nur 0,38.

2. Ein Teil der bei Waren und anderswo gefundenen Puppen des Spanners wurde gemessen und gewogen. Die betreffenden Zahlen mögen einen Wert dann gewinnen, wenn andernorts und zu andrer Zeit ermittelte Werte zum Vergleich vorliegen werden.

3. Betreffs der Eiablage und der Parasiten wurden bei Waren folgende annähernde Durchschnittswerte ermittelt:

1929/30: 13,7 Puppen je qm, Mortalität aus unbekannter Ursache $^2/_3$, parasitiert von den überlebenden 68,07 %.

1930: 1,5 Falter je qm, dazu 3 Parasiten.

1930: 29,24 Eier je Baum oder 5 Eier je qm, davon parasitiert 52,51 %. Sonstige Sterblichkeit gering.

1930/31: 0,38 Puppen je qm, davon parasitiert 24,69 %.

1931: 0,28 (?) Falter je qm.

1931: 6,22 Eier je Baum oder etwa 1,03 Eier je qm, davon parasitiert 8,7 %. Gesamtsterblichkeit der Eier 11,46 %.

Im Durchschnitt waren die 1930/31 in Mecklenburg gesammelten Puppen zu 24,24 % parasitiert. Unter den Parasiten überwogen überall die Tachinen bei weitem, an zweiter Stelle standen die Ophioninen, während Ichneumoninen selten waren. Im Vorjahre, zurzeit der Retrogradation, überwogen nach Steiner die Schlupfwespen.

4. Die Methoden zur Erfassung der Puppenparasiten werden gewürdigt und sämtlich als unbefriedigend bezeichnet. Die oben genannten Zahlen für 1930/31 wurden mit der Methode Görnitz ermittelt.

5. Die Bedeutung der gewonnenen Zahlen für das Problem der zahlenmäßigen Wirkung der Parasiten wird erörtert. Bemerkenswert ist der Rückgang der Parasiten, welche in Raupe und Puppe sich entwickeln, von 1930 zu 1931, nachdem im Sommer 1930 das Zahlenverhältnis der schlüpfenden Parasiten zu den schlüpfenden Faltern 2:1 gewesen war. Die Ursache dieses Rückganges ist unbekannt. Sie kann im Nahrungsmangel liegen, wenn nämlich viele parasitierte Raupen an Überinfektion zugrundegegangen sein sollten (insbesondere da, wo der Spanner fast gänzlich verschwand). Die nicht parasitierten Raupen wären dann die von den Parasiten nicht gefundenen.

6. Die Zahlen für 1930/31 sind der Seltenheit des Falters entsprechend an einer geringen Individuenzahl gewonnen (141 Puppen, 218 Eier).

7. Die Kieferneule war 1930/31 im allgemeinen mit 1 Puppe auf je 20,25 qm noch schwächer vertreten als der Spanner; im südwestlichen Mecklenburg jedoch befand sich die Eule ab 1930 in Gradation, und auch aus dem südöstlichen Teil des Landes wurde 1931 empfindlicher Fraß gemeldet.

Vollends vom Kiefernschwärmer kam im allgemeinen nur 1 Puppe auf 81 qm. In der Forst Kaliss jedoch (im Südwesten) kamen 0,56 Puppen auf den Quadratmeter. Parasitiert waren dort 4 von 70 Puppen = 5,7 %, oder, auf die ausschlüpfenden Schwärmer berechnet: 9,5 %. Von 58 Puppen aus Staakow in Brandenburg starben 9 ab, 41 waren gesund, 8 parasitiert, also 16 bezw. 19,5 %. Die Parasiten waren: *Aphanistes ruficornis* Grav. s. l. und (seltener) *Phryxe erythrostoma* Htg.

Da in Kaliss Nonne, Eule und Schwärmer sich zugleich in Gradation befanden, so kann der Fraß der Schwärmerraupen bei dem Schaden mit ins Gewicht gefallen sein.

Zwei neue Braconidenarten als Feinde einer Mordraupe.

Von

Dr. **Josef Fahringer,** Wien.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

Zu den Feinden der Lackschildlaus (*Tachardia lacca* Kerr.) gehört die Cosside *Holcocerea pulverea* Hmpsn., deren Raupen die Lackschildläuse verzehren und dadurch eigentlich schädlich werden. Es ist zweifellos ein Verdienst des Herrn Mahdihassan, der mir das Material freundlichst zur Verfügung stellte, wenn nunmehr festgestellt werden konnte, daß diese Mordraupen von zwei Braconiden-Arten befallen werden, wodurch eine natürliche Gegenwirkung gegen das Überhandnehmen des über das südliche Persien, Belutschistan und Indien verbreiteten Schmetterlings erkennbar wird. Herrn Mahdihassan, der mich in Wien persönlich besuchte und einige Aufklärungen gab, bin ich sehr zu Dank verpflichtet. Die beiden Braconiden-Arten sind von verwandten Arten ihrer Gattungen, durch Größe, Fühlergliederzahl, bezw. durch die Skulptur und Färbung gut zu unterscheiden. Ich gebe im nachstehenden die genauen Beschreibungen dieser interessanten Arten. Über die Aufzucht selbst erhielt ich von Herrn Mahdihassan keine näheren Angaben. Es kann nach seinen Bemerkungen über die Schwierigkeit der Zucht usw. wohl angenommen werden, daß die Entwicklung von der Eiablage (an den Räupchen) bis zum Imago analog der anderer Braconiden vor sich geht, über die wir in der letzten Zeit besonders durch Seitner und Schimitschek genauere Kenntnis erhalten haben.

1. Phanerotoma Buchneri n. sp.

Kopf quer, hinter den Augen abgerundet, Hinterhaupt in der Mitte tief eingebuchtet. Schläfen von $^1/_2$ Augenbreite. Wangen kurz. Fühler 23 gliedrig. Schaft walzlich, kaum viel breiter als die Geißelglieder. 2. Geißelglied länger als das 3., die folgenden Glieder an Länge allmählich abnehmend. Endglieder perlschnurartig abgesetzt. Kopf und Thorax fein haarpunktiert. Präscutellargrube und Notauli fehlen. Mesonotum ohne Mittelfurche. Flügel vom Typus der Gattung, daher 1. Abschnitt des Radius sehr kurz, kaum angedeutet. 2. Rcuzelle bogig umgrenzt, die 2. Rcuquerader kurz. Nervulus weit postfurkal. 1. Cuanal (Bracchialzelle) außen geschlossen. Nervus Parallelus unten inseriert. Hinterflügel mit 2 geschlossenen Schulterzellen, die obere durch einen erloschenen Längsnerv geteilt. Beine von Typus der Gattung, Hinterschienen keulenförmig verdickt.

Mediansegment weitläufig zellig-runzelig. Hinterteil eiförmig. 1. und 2. Tergit längsrunzelig, das 1. vorne eingedrückt, der Eindruck fein punktiert, scharf umrandet. 3. Tergit mehr oder weniger lederartig runzelig. Bohrer kurz. Länge ca. 3 mm.

Rostgelb; Mediansegment und Hinterleibsende etwas dunkler, ebenso Fühlerspitzen und Augen. Hinterschienen mit dunklem Ring nahe der Basis und ebensolcher Spitze. Flügel leicht getrübt, Stigma hellbraun.

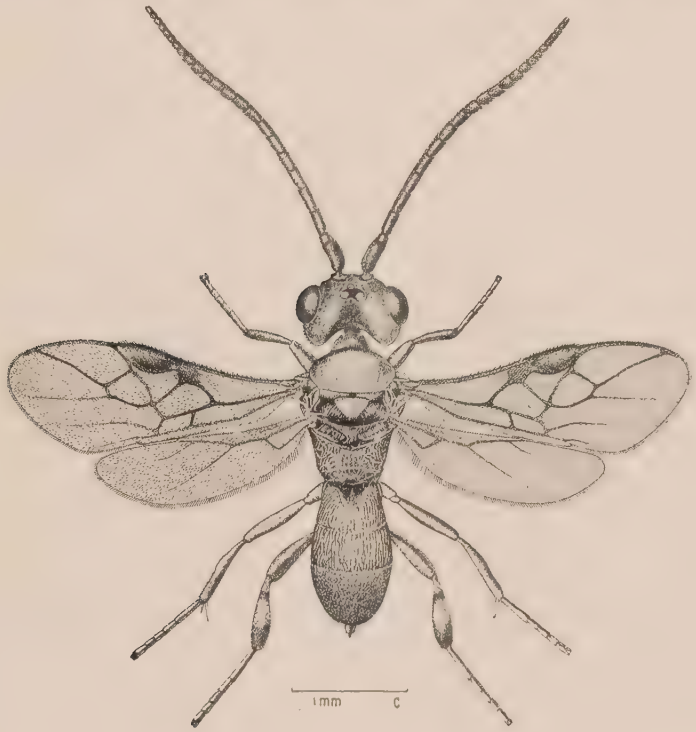


Abb. 1. *Phanerotoma Buchneri* n. sp.

Assam, Nordindien. Parasit von *Holcocerea pulverea* Hmpsn. Mahdihassan, 1. Oktober 1924.) 1. Exemplar von Palamau, Nordindien (Mahdihassan).

2. Agathis Bischoffi n. sp.

Kopf quer, hinter den Augen stark verengert. Hinterhaupt leicht eingebuchtet. Schläfen von ca. $^1/_3$ Augenbreite; Wangen lang, länger als die Augen, daher Rostrum lang. Kiefertaster 5, Lippentaster 4gliedrig. Fühler 32gliedrig. Schaft walzlich 2mal so lang wie dick. Anellus rundlich, klein. 2. Geißelglied länger als das 3., die folgenden Glieder allmählich an Länge abnehmend. Thorax sehr fein punktiert, in der Mitte fast glatt. Notauli deutlich und tief, sehr fein crenuliert. Sternauli glatt. Präscutellargrube mit 7 Querleistchen. Scutellum etwas convex, hinten

halbkreisförmig abgerundet. Flügel vom Typus der Gattung. 1. Rcu- und 1. Cu- (Discoidal-) Zelle miteinander verschmolzen. 2. Rcuzelle (Areola) 3seitig ohne Ramellus. Nervulus deutlich postfurcal. Nervus Parallelus erloschen. 2. Cuanalzelle (Bracchialzelle) außen unten offen. Hinterflügel mit 2 geschlossenen Zellen, die äußeren Längsnerven mehr oder weniger erloschen. Mediansegment fein lederartig runzelig mit Mittelleiste. Beine vom Typus der Gattung, Klauen nicht gespalten. Hinterleib lineal-lanzettlich, etwas kompreß. 1. Tergit $1^1/_2$ mal solang als hinten breit, die folgenden

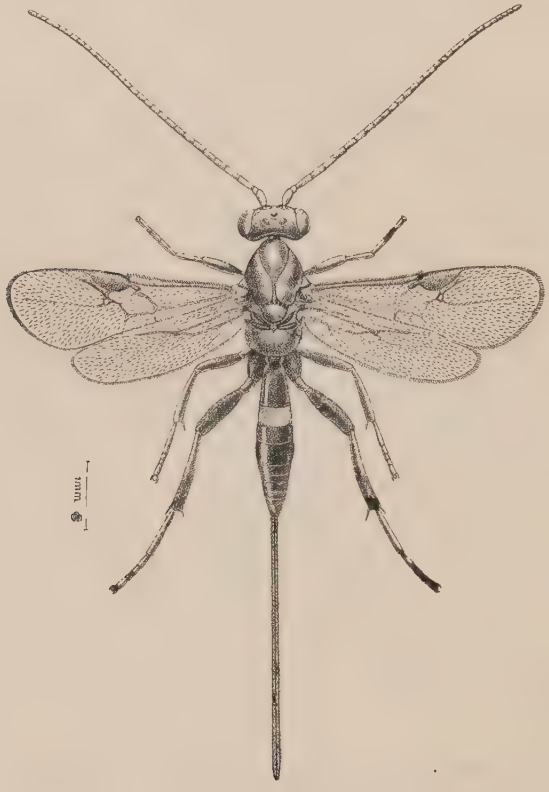


Abb. 2. *Agathis Bischoffi* n. sp.

quer. 1. bis 3. Tergit überaus fein längsrissig, das 3. etwas weniger regelmäßig, die folgenden glatt, glänzend. Bohrer so lang wie Kopf und Thorax zusammen. Klappen kurz behaart, gegen das Ende zu kaum merklich erweitert. Länge $4^1/_2$ mm. Bohrer ca. 3 mm.

Bräunlichschwarz, Kopf und Thorax etwas heller. Fühler hellbraun. 2. Segment weiß. Beine bräunlich, Hinterschenkel, Hinterhüften und Spitzen der Hinterschienen mehr oder weniger breit geschwärzt. Flügel hyalin. Stigma hellbraun. Assam, Nordindien. Parasit von *Holcocerea pulverea* Hmpsn. Die Schmetterlingsraupe ist eine Mordraupe, die Lackschildläusen nachstellt (Mahdihassan 17. XI. 1923).

Kleine Mitteilungen.

Zur Biologie der Gattung Sitona Germ.

(Mit 2 Abbildungen.)

In einer längeren Arbeit[1]) berichtet Grossheim über seine langjährigen Studien über die *Sitona*-Arten, die im Kijevschen Entomologischen Institut im Jahre 1915 begonnen wurden. Während der Revolutionszeit mußten die Untersuchungen unterbrochen werden. Ein großer Teil wertvollen Materials ging verloren (75 %). Da eine Fortsetzung der Arbeit in dem ursprünglich vorgesehenen Maße nicht mehr möglich war, beschränkt sich der Autor in vorliegender Abhandlung auf die Darstellung der übriggebliebenen Ergebnisse seiner Beobachtungen über die Biologie und Ökologie folgender 9 *Sitona*-Arten: *S. lineata* L., *S. humeralis* Steph., *S. crinita* Hbst., *S. inops* Gyll., *S. hispidula* F., *S. flavescens* Marsh., *S. callosa* Gyll., *S. sulcifrons* Thunbg., *S. longula* Gyll.

Alle genannten Arten kommen auf den verschiedenen Leguminosen vor: Klee, Bohnen, Erbsen, Linsen, Luzerne, Espargetum, Wicke; doch konnte festgestellt werden, daß einige Arten streng monophag sind *(S. inops, S. callosa, S. hispidula, S. sulcifrons)*, die anderen polyphag *(S. lineata, S. crinita, S. humeralis)*, wobei die letzteren von mehrjährigen Leguminosen auf bestimmte einjährige Pflanzen migrieren. Die Migration findet im Frühjahr und Herbst statt. Bei *S. flavescens* wurde beobachtet, daß diese Arten mehr auf Klee und Luzerne vorkommen.

Wirtschaftliche Bedeutung der Schädlinge.

Der Schaden, den *Sitona* im Imaginalzustand anrichten, hängt davon ab, ob die Kulturen mehrjährige oder einjährige sind, da die ersteren gegen Fraß widerstandsfähiger sich zeigen. Es kommt hier hauptsächlich die während der Kopulationszeit hervortretende Bevorzugung von zarten Blättchen der jungen Endtriebe in Frage. Eine weit größere wirtschaftliche Bedeutung hat der Schaden, den die Käfer in einjährigen Kulturen anrichten, und zwar im Frühjahr, kurz nach der Überwinterung der Schädlinge, wenn die Keimlinge noch zart sind.

Von ganz besonderer Bedeutung ist der Fraß der Larven, den sie an den Stickstoffknöllchen der Wurzeln ausüben und so die Rolle der Leguminosen für die Verbesserung der Bodeneigenschaften in großem Maße beschränken können. Diese besondere Tätigkeit der *Sitona*-Larven wurde bis vor kurzem nur wenig beachtet. Bei einem Versuch, den angerichteten Schaden quantitativ festzustellen, erwies sich, daß der Verlust der Ernte als Folge des Larvenfraßes 11—12 % im Gewicht betrug, der Verlust der Samenernte bis 20 %.

Biologisches.

Nach einer ausführlichen morphologischen Beschreibung der Entwicklungsstadien, wobei bei der Imago als wichtiges Unterscheidungsmerkmal die Genitalien, bei den Larven die Mundwerkzeuge berücksichtigt wurden, wird die Lebensweise der einzelnen Arten geschildert.

[1]) Grossheim, N. A., Materials for the Study of the genus *Sitona* Germ. — Bull. of Mleev horticult. Exp. Stat. U. S. S. R. 1928. (Russisch.)

Sitona lineata L.

Diese, wie auch die übrigen Arten, überwintert als Käfer im Boden und unter Pflanzenabfällen. Nach der Überwinterung begeben sich die Käfer zum Reifungsfraß. Zur selben Zeit findet auch die Begattung und die Eiablage statt. Die Begattung ist eine mehrmalige; die Eiproduktion dauert sehr lange, von einigen Wochen bis 4 Monate. Das Zählen der von einem Weibchen abgelegten Eier ergab maximal 1481 Eier, minimal 175. Die Eiproduktion ist abhängig von der Art der Nahrung. So konnten z. B. bei Zwingerversuchen mit dreierlei Futterpflanzen mit je 100 Käfer in der Zeit vom 7. Juni bis 20. Juni folgende Eizahlen festgestellt werden:

Art der Futterpflanze	Gesamtzahl abgelegter Eier
Luzerne, alte Blätter	105
Luzerne, junge Endtriebe	103
Wicke, junge Endtriebe	854

In den zwei ersten Fällen nahm schon am 2. Tag die Eiablage ab, im letzten Fall nahm die Eiablage allmählich ab und verlief parallel mit dem Absterben der Käfer. Nach Meinung des Autors nähren sich die Käfer von einer bestimmten Pflanzenart nur bis zu einer bestimmten Zeit — solange eine gewisse „Veraltung" der Gewebe noch nicht eingetreten ist. Nachher suchen die Käfer eine für sie mehr geeignete Nahrung. Wahrscheinlich wird dies diktiert von der Beschaffenheit der Nahrung — Vorhandensein oder Mangel leicht aufnehmbarer Eiweißstoffe und Vitamine.

Die Abhängigkeit der Zeit des Schlüpfens der Larven von der Temperatur wurde durch Versuche in Polythermostaten folgendermaßen festgestellt:

Zellen	I	II	III	IV	V	VI
Temperaturen in °C	35	28	22	18	12	8
Zeit der Eiablage	—	22. 4.	23. 4.	22. 4.	22. 4.	—
Ausschlüpfen der Larven	—	1. 5.	3. 5.	10. 5.	21. 5.	—
Entwicklungsdauer	—	9	11	19	30	—

Die Eier werden von den Weibchen an verschiedene, hauptsächlich an die untersten Teile der Pflanzen angeklebt. Nach 2--3 Tagen verfärben sich die Eier, fallen zu Boden zwischen den Erdparzellen oder werden in den Boden durch Niederschläge eingeschlämmt.

Die Junglarven haben keine Schwierigkeiten, die feinen Wurzeln aufzusuchen, da das Fortbewegen durch die Porösität des Bodens erleichtert wird. In festem Boden beträgt die Fortbewegung 1 cm im Laufe von 18—20 Minuten. Genauere Beobachtungen über die Lebensweise der Larven wurden mit Hilfe speziell konstruierter Zwinger ermöglicht. Die zu diesem Zweck hergestellten Zwinger bestanden aus 2 Glasplatten, die von 3 Seiten eingerahmt, von der 4. Seite mit einem 0,5—1 cm breiten Spalt versehen waren. Durch den Spalt wurde der Raum mit gleichmäßig feuchter Erde gefüllt und danach Samen eingesät. Nach dem Aufgehen der Keimlinge wurde die Oberfläche mit *Sitona*-Eier infiziert. Die Beobachtungen und Untersuchungen der Wurzeln konnten ohne Schwierigkeiten durch Schieben eines mit „Hufeisen" versehenen Binokularmikroskopes gemacht werden. Die Größe der Zwinger war 20—25 cm.

Die Beobachtungen zeigten, daß die Junglarven nach Aufsuchen einer Wurzel sich längs derselben fortbewegen, bis sie ein Stickstoffknöllchen oder auch die Zone der feinsten Fadenwurzeln erreicht. Im letzten Fall nimmt die Larve ihre erste Nahrung ein und zwar geschieht dies durch Abbeißen der Wurzeln, schraubenartiges Furchen derselben, Querminieren usw. Falls die Larve ein Stickstoffknöllchen findet, so bohrt sie sich ein und verzehrt ohne weiteres den Bakterieninhalt desselben, wobei sie auch auffallend schnell an Größe zunimmt und die erste Häutung durchmacht. Ihr Aufenthalt im Knöllchen hängt von der Größe des letzteren ab (4 bis

12 Tage). Zuletzt, wenn der Inhalt des Knöllchens gänzlich aufgezehrt ist, bohrt sich die Larve durch ein Ausgangsloch nach außen, wird nach dem Verlassen des Knöllchens beweglicher und begibt sich weiter zum Aufsuchen neuer Nahrung. Je nach der Größe der Knöllchen verzehrt eine Larve 2—6 derselben. Beim Einbohren in ein zweites Knöllchen ist die Larve meistens schon so groß, daß sie im Innern keinen Platz mehr findet und das Ende außen bleibt. Niemals konnte man das Einbohren in ein Knöllchen beobachten, das schon von einer anderen Larve bewohnt war.

Die Entwicklung der Larve kann bis 26 Tage dauern. Zur Verpuppung bereitet die Larve im Boden eine Art Kokon. Die Dauer des Puppenstadiums beträgt 8—11 Tage. Die Jungkäfer verbleiben in der Puppenwiege noch durchschnittlich 10 Tage. Nach dem Ausschlüpfen und Erscheinen an der Erdoberfläche begeben sich die Käfer zum Reifungsfraß. Die Überwinterung findet im Boden oder unter Pflanzenteilen statt.

In ähnlicher Weise wie bei *S. lineata* ist die Entwicklung der übrigen *Sitona*-Arten verfolgt worden. Biologisch unterscheiden sich die Arten hauptsächlich in der Wahl der Nahrungspflanzen und nach der Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien.

Feinde.

Die große Nachkommenzahl der *Sitona*-Arten wird durch die Natur in starkem Maße reduziert und zwar durch pflanzliche und tierische Parasiten und Feinde. Leider sind die biologischen Faktoren, die eine *Sitona*-Massenvermehrung beschränken, noch wenig bekannt; Großheim erwähnt nur folgende:

„Weißer Pilz". Eine Erscheinung, die eine nicht geringe Rolle bei der Vernichtung des Schädlings spielt und die ihren höchsten Punkt am Ende des Lebenslaufes jeder neuen Generation erreicht. Dem Pilz fallen nur die Imagines zum Opfer und zwar zu jeder Jahreszeit, sei es im Sommer oder im späten Herbst. Die Krankheit verläuft ohne äußerliche Merkmale. Die Käfer ernähren sich, kopulieren, legen Eier ab, doch plötzlich verlieren sie jegliche Fähigkeit sich zu bewegen, kommen in einen starren Zustand und fallen zu Boden. Aus dem Munde und anderen Körperteilen treten weiße, watteförmige Bildungen aus, die allmählich den ganzen Körper in Filz einhüllen. Bei Zwingerversuchen tötete die Krankheit bis 50 % der Käfer. Die Infektion geschieht anscheinend durch Aufnahme von Nahrung.

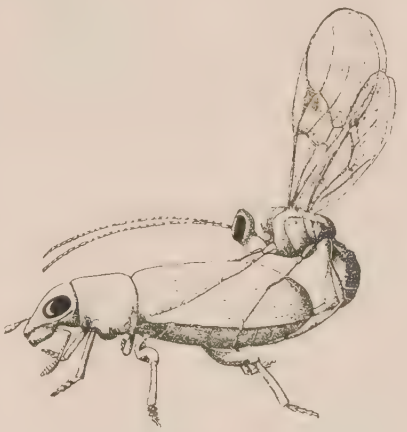


Abb. 1. *Pygostolus falcatus* Nees beim Anstechen einer *Sitona*.

Ameisen. In einzelnen Fällen wurde beobachtet, daß die Ameisen die Imago angreifen.

Aelothrips fasciatus Hol. Zahlreiche dieser Larven wurden beim Aussaugen von *Sitona*-Eiern beobachtet.

Anaphes sp. (Eiparasit). Da mehrmals vorgenommene Beobachtungen über die Tätigkeit des Eiparasiten im Freien ohne Erfolg waren, wurde folgende Methode angewendet: Es wurden flache Schalen mit einer dünnen Schicht Erde bedeckt, auf die man frisch abgelegte Eier legt. Die Schalen wurden in den Kulturen ausgestellt. Nach 5 Tagen wurde der Inhalt der Schalen in Glasröhrchen übertragen und in den Thermostaten eingestellt. Die Schalen waren vom 14—19. Mai im Felde. Am 8. Juni erschienen die ersten Eiparasiten. Frisch geschlüpften *Anaphes*-Weibchen wurden kurz vorher abgelegte *Sitona*-Eier dargeboten, welche der Parasit sofort anstach, so daß man annehmen

kann, daß diese Art sich parthenogenetisch fortpflanzen kann. Es wurde festgestellt, daß ein Weibchen bis 31 *Sitona*-Eier infiziert. Im Laufe eines Sommers können 3 *Anaphes*-Generationen erscheinen. Der Parasit wurde aus *S. longula*-Eier gezüchtet.

Pygostolus falcatus Nees. Ein Imago-Parasit. Wurde bei folgenden *Sitona*-Arten festgestellt: *S. lineata* L., *S. crinita* Hbst., *S. humeralis* Steph., *S. inops*. Die embryonale Entwicklung dieser Schlupfwespe ist kompliziert und verläuft im Innern des Käfers. Der junge Embryo ist von einer mehrzelligen Hülle bedeckt, die sich allmählich auflöst, wodurch die junge Larve frei wird. Bis zur letzten Häutung ist der Körper der Larve langgestreckt, mit einem schwanzartigen Anhang, zylindrischem Kopf und hakenförmigen Mundwerkzeugen versehen. Nach der letzten Häutung ändert sich der Larven-Habitus vollkommen. Es tritt eine deutliche Segmentierung ein, der schwanzartige Anhang verschwindet, der Kopf ändert sich, die Mundwerkzeuge verlieren ihre Haken, was mit der Aufnahme von flüssiger Nahrung im Zusammenhang steht. Die Sektion der parasi-

Abb. 2. *Liophron lituratus* Hal. beim Anstechen einer *Sitona*.

tierten Käfer zeigte, daß die Ernährung der Parasitenlarven in bestimmten Körperteilen der Käfer stattfindet. Zuerst frißt die Larve den Fettkörper, dann die Muskelgewebe, und endlich Darm und Geschlechtsorgane, worauf die erwachsene Larve sich mit „wurmförmigen Bewegungen" durch die Tergite der letzten Segmente ausbohrt. Der Käfer lebt noch, nur 2 Stunden vor dem Ausbohren des Parasiten verliert er die Möglichkeit sich zu bewegen, das Abdomen bläht sich auf, die Flügeldecken gehen auseinander. Die Nervenkette wird von den Parasiten verschont, woraus sich auch die Langlebigkeit des Wirtes erklärt. Da der parasitierte Käfer gewöhnlich auf einem Blatt sitzt, so baut sich die zur Verpuppung fertige Parasitenlarve in der unmittelbaren Nähe ihres Wirtes einen Kokon. Das Puppenstadium dauert ca. 11—12 Tage.

Die Schlupfwespe ist sehr wenig beweglich, kriecht von Blatt zu Blatt und fliegt selten. Sobald sie einen Käfer trifft, wird sie unruhig, läuft herum, betastet ihr Opfer und verfolgt es, wenn es zu entweichen versucht. Zur Eiablage entschlossen, springt die Wespe von hinten auf den Rücken des Käfers, klammert sich an den Seiten mit den Füßen an, schiebt das Legerohr unter die Flügeldecken und durchbohrt die Tergite. In diesem Moment versucht der Käfer sich zu befreien, läßt sich zu Boden fallen, kehrt sich auf den Rücken, doch gelingt es ihm nicht, sich seines Feindes zu entledigen; der kleine Reiter verliert die einmal schon gewonnene Stellung nicht.

Perilites labilis Rutte. Imago-Parasit. Gezüchtet aus *S. humeralis* Steph., *S. lineata* L. und *S. crinita* Hbst. Die Larve hat Ähnlichkeit mit der vorigen Art. Biologisch unterscheidet sich dieser Parasit dadurch, daß er zur Verpuppung in den Boden geht und dort einen weißen Kokon baut. Die Eiablage erscheint genau wie bei der vorigen Art. Zu bemerken ist das Bevorzugen von *Sitona*-Weibchen. Von 1 Parasitenweibchen wurden im ganzen 16 Käfer infiziert.

Liophron lituratus Hal. Einer der aktivsten Imago-Parasiten. Packt sein Opfer plötzlich mit einem Sprung, befestigt sich quer am Vorderteil des Käfers und bohrt das Legerohr zwischen Pro- und Mesothorax ein. Dem Käfer ist es unmöglich, sich aus dieser Lage zu befreien. Die Verpuppung findet am Boden in einem von Pflanzenteilen gefertigten Kokon statt. Puppenstadium 12—13 Tage.

Bekämpfungsmaßnahmen gegen Sitona.

1. Vermeiden einer Nachbarschaft von mehr- und einjährigen Leguminosenkulturen.
2. Einpflügen der Ernteüberreste zwecks Vernichtung der Puppen.
3. Bespritzen der Kulturen mit Parisergrün (400 g auf 40 Eimer Wasser) und Chlorbarium (4 %). Anwendung dieses Mittels hatte sehr guten Erfolg.

L. Brammanis.

August Forel.

Am 27. Juli 1931 ist August Forel, der Begründer und Meister der wissenschaftlichen Ameisenforschung in seiner idyllischen „Fourmilière“ in Yvorne (Kanton Waadt) im Alter von 83 Jahren gestorben. Schon einige Jahre vor seinem Tode (im Jahre 1928) ist in der ausgezeichneten Sammlung „Schweizer Köpfe“ eine Biographische Studie über Forel von Alex v. Muralt erschienen,[1]) die nicht nur jedem, der mit Forels Arbeiten und mit ihm als Mensch persönlich in Berührung kam, warm zu empfehlen ist, sondern überhaupt jedem, der an der Lebensgeschichte großer Männer Interesse hat. Forel gehörte zu den ganz großen Naturforschern, die mit ihrem Geist, mit ihren Ideen überall die menschliche Gesellschaft durchdringen.

Der Verfasser dieser Zeilen hat in seinem Leben nur wenig Menschen kennen gelernt, die gleich bei der ersten Begegnung einen so mächtigen Eindruck menschlicher Größe auf ihn gemacht haben wie August Forel. Der Eindruck hat sich in der Folgezeit stets vertieft, und er betrachtet es als glücklichste Fügung seines Schicksals, daß es ihn mit Forel zusammengebracht hat und es ihm vergönnt war, in dessen Freundeskreis aufgenommen zu werden. Jedesmal, wenn ich mehrere Tage mit ihm zusammen war, sei es in Chigny oder in Yvorne in seiner „Fourmilière“ oder sei es, daß er als Gast in meinem Hause weilte, war alles aufgewühlt in mir und war ich erfüllt von neuen Ideen und kochend von Begeisterung. Es brauchte meist geraume Zeit, bis die hochgehenden Wellen in mir sich wieder glätteten. Sein überschäumendes Temperament, die Fülle seiner Gedanken, die alle biologischen Probleme durchfurchten, das heiße Verlangen, von seinem reichen Inhalt anderen mitzuteilen, seine nicht zu überbietende Offenheit und Wahrheitsliebe, sein rücksichtsloser Kampf gegen alles, was ihm falsch und schädlich erschien, die Wärme, mit der er sprach, mußten jeden, der nicht von Eis war, mitreißen. Forel war eine Kampfnatur von unerhörter Kraft und Wucht. Wer es miterlebt hat, mit welcher Schlagfertigkeit, mit welcher Logik er in Diskussionen seine Gegner abfertigte, wird keine große Lust verspürt haben, mit ihm die Waffen zu kreuzen. Daß er oft „durch die ungehemmten Äußerungen seiner rücksichtslosen Wahrheitsliebe zumal bei

---

[1]) Muralt, Alex von, August Forel. Schweizerköpfe. Heft 4/5. Zürich, Orell Füssli Verlag. Preis Fr. 2,50. — Siehe ferner R. Brun, August Forel †. Mitt. D. ent. Ges. Jg. 2 (1931), Nr. 9.

seinem leidenschaftlichen Temperament, das zuweilen einem verzehrenden Feuer glich, viel Anstoß erregt hat" (Brun), kann nicht wunder nehmen. Wegen materieller oder gesellschaftlicher Vorteile irgend etwas zu verschweigen, was ihm tadelnswert erschien, war seiner Natur völlig fremd. Lieber alles aufgeben als Konzessionen oder Kompromisse machen. So kannte ich Forel vom ersten Augenblick an, und so ist er auch geblieben bis an sein Ende.

Um so größer war das Erstaunen, als ich in der Muraltschen Biographie las, daß Forel ein äußerst schüchterner, schwächlicher Junge war Auch „in der Schule hatte er Schwierigkeiten: ein schlechtes Gedächtnis für Auswendiglernen, sowie seine Schüchternheit hemmten ihn stark". Er erhielt den Übernamen „das Rebhuhn". „Im Collège zu Morges galt er wegen seiner Reserviertheit als ‚der Heilige', oft wurde er verprügelt."

August Forel zeigte schon als 7jähriger Junge ein leidenschaftliches Interesse für die Welt der Käfer, Schmetterlinge, Spinnen und vor allem Ameisen. Als ihm mit 11 Jahren das alte klassische Werk von Pierre Huber „Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes" in die Hände fiel, stürzte er sich mit Feuereifer auf die Beobachtung der Ameisen und machte schon mit 12 Jahren die bedeutende Entdeckung von der diebischen Lebensweise der winzigen *Solenopsis fugax*. Den Ameisen ist Forel durch 70 Jahre bis an sein Lebensende treu geblieben. Durch sein berühmtes Werk „Fourmis de la Suisse", das im Jahre 1874 erschienen ist, hat Forel ein sicheres und breites Fundament der Ameisenkunde geschaffen, auf dem bis heute alle Myrmekologen weitergebaut haben. „Ein Werk aus einem Guß", schreibt R. Brun, „das dank der unerschöpflichen Fülle und der unbedingten Zuverlässigkeit des darin niedergelegten Tatsachenmaterials seither jedem jungen Forscher zum unentbehrlichen Führer, zu einer Quelle immer neuen Anregung geworden ist". „Mit einem Schlag erlangte der junge Gelehrte durch diese staunenswerte Leistung Weltruf als Ameisenforscher. Und bald floß ihm von nah und fern das Material zu für weitere morphologische Studien und zum Ausbau einer Ameisensammlung, die im Laufe der Jahre zur größten und vollständigsten der Welt heranwuchs. Auf zahlreichen Forschungsreisen, die ihn bis in die Tropen führten, erweiterte und vertiefte Forel sein myrmekologisches Wissen nach allen Richtungen und erlangte allmählich eine derartig souveräne Beherrschung dieser schwierigen Materie, das sein Name schließlich untrennbar mit dem Begriff der Ameisenkunde schlechthin verwuchs."

Was die spezielle Myrmekologie Forel zu verdanken hat — 3500 neue Arten und Subspecies sind von ihm beschrieben —, darauf kann hier nicht näher eingegangen werden. Viele Ergebnisse seiner Ameisenstudien haben weit über das enge Spezialgebiet hinaus allgemeine Bedeutung in der Biologie erlangt, wie z. B. die über den „topochemischen Fühlersinn" der Insekten, über den Zusammenhang zwischen Gehirnbau und psychischen Fähigkeiten der Ameisen usw. Forel wurde bei all seinen Arbeiten, auch bei den scheinbar unbedeutenden Untersuchungen, stets durch große Gesichtspunkte geleitet. Durch dieses Herausheben eines entomologischen Teilgebietes aus der Enge des Spezialistentums in die Weite allgemein biologischen Denkens hat Forel für das Ansehen der Entomologie unendlich Großes gewirkt. An den entomologischen Arbeiten Forelscher Prägung konnte kein Zoologe, und mochte er sonst noch so geringschätzig von der Entomologie denken, vorübergehen. So haben wir Entomologen allen Grund, in Forel einen der größten Förderer unserer Wissenschaft zu verehren.

Doch mindestens ebenso groß sind die Verdienste, die sich Forel um die Psychiatrie und Gehirnanatomie des Menschen erworben hat. „Sein Weltruhm aber", sagt Brun mit Recht, „der nur zu vergleichen mit dem eines Tolstoi oder Gandhi, begründete Forel vor allem durch seine ungeheuer fruchtbare sozial-ethische und sozial-reformatorische Tätigkeit" deren Wurzeln zum Teil in seiner intensiven Beschäftigung mit den sozialen Insekten zu suchen sind. Sein fanatischer Kampf gegen den Alkohol sowie gegen die Heuchelei auf dem Gebiet der „Sexualmoral" (seine „Sexuelle

Frage“ ist in ca. hunderttausend Exemplaren verbreitet) haben seinen Namen in der ganzen Welt in allen Gesellschaftskreisen bekannt gemacht.

Seine schriftstellerische Tätigkeit hat der vielseitigen Betätignng entsprechend einen enormen Umfang angenommen. Die Zahl seiner Publikationen mag an 1000 heranreichen. Alle seine Schriften zeichnen sich durch eine selten klare, kurze und präzise Sprache aus, die als Vorbild wissenschaftlicher Ausdrucksweise dienen sollte. Er wandte sich denn auch heftig gegen die leider bei uns nicht seltene „Untugend, durch pedantischen Wust der Ausdrücke, durch komplizierte Satzbildungen und Anhäufung von gelehrt erscheinenden Fachausdrücken, einem schwierigen Problem den Anschein von größerer Schwierigkeit zu verleihen als die wirklich bestehende sei“.

Ein Hauptzug in seinem Wesen war sein Altruismus, der keine Grenzen kannte, so daß Forel von der in der Neuzeit im Egoismus beinahe ertrinkenden Menschheit kaum mehr verstanden wurde. Er bekannte sich während des Weltkrieges offiziell zum Sozialismus, doch wich seine Auffassung vom Sozialismus von der der heutigen politischen Sozialisten himmelweit ab. Nach Forels Überzeugung „wird der Sozialismus ethisch sein oder er wird nicht sein“. Wie der ethische Sozialismus beschaffen sein soll, darauf gibt er uns in einer seiner letzten Publikationen „Le vrai socialisme de l'avenir“ (mit der Devise: „Vivons pour travailler“), die er seinem treuen Lebenskameraden, seiner Frau (geb. Steinheil) zum 60. Geburtstag widmete, eine in der Größe der Auffassung vom Menschentum erschütternde Antwort. „Labor omnia vincit“ — nach diesem Wahlspruch hat Forel sein Leben von frühester Jugend an bis zu seinen letzten Tagen gelebt und es so zu einem selten reichen gemacht.

Ich schließe diese kurze Lebensskizze mit den Worten Bruns: „Ein großer Gelehrter von universellem Format, ein noch größerer Mensch in des Wortes vornehmster Bedeutung ist in August Forel von uns geschieden, ein Geist von unerhörter Zeugungskraft, der in vielem entscheidenden Einfluß auf die Gestaltung des kulturellen Weltbildes unserer Zeit ausgeübt hat, — in einem Ausmaße, das sich heute noch kaum übersehen läßt.“

K. Escherich.

Personalien.

Dr. Ing. Erwin Schimitschek, Assistent an der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie der Hochschule für Bodenkultur in Wien, hat sich an der Hochschule für Bodenkultur in Wien für das Gesamtgebiet des Forstschutzes und der forstlichen Entomologie habilitiert.

Prof. Dr. L. Reh ist mit dem 1. Dezember 1931 zur Ruhe gesetzt worden. Seine Anschrift bleibt vorläufig dieselbe wie bisher (Hamburg I, Zool Museum). In einem der nächsten Hefte werden seine großen Verdienste um die angewandte Entomologie eingehender gewürdigt werden (siehe auch das Referat auf der nächsten Seite).

Dr. F. Eckstein, bisher an der Saatzuchtanstalt der Bad. Landw.-Kammer in Rastatt, ist nunmehr Sachverständiger beim Türkischen Wirtschaftsministerium und Direktor des Zoolog. Institutes an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Ankara (Türkei), Posta Kutusu 464.

Prof. Dr. Karl Freiherr von Tubeuf, Vorstand des Instituts für Pflanzenpathologie und forstliche Botanik der Bayer. Forstl. Versuchsanstalt in München, beging am 20. Januar seinen 70. Geburtstag. Auf die Bedeutung des hervorragenden Gelehrten für die angewandte Entomologie wird in einem der nächsten Hefte näher eingegangen werden.

Referate.

Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Zweiter Teil. Vierte, neubearbeitete Auflage. Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Band, 1032 Seiten mit 468 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey 1932. Preis geb. RM 84,—.

Der vorliegende starke Band, der den 2. Teil der „Tierischen Schädlinge" bildet, stellt den 5. Band des weltbekannten Sorauerschen Handbuches (neu herausgegeben von O. Appel und L. Reh) dar. Der Stoff ist infolge des „ungeahnten Aufschwungs" der angewandten Entomologie in den 7 Jahren, die seit dem Erscheinen des 1. Teiles verflossen sind, ins Riesenhafte gewachsen, so daß dessen Bewältigung nur durch Heranziehung einer Reihe von Mitarbeitern möglich wurde. An der Mitarbeit waren beteiligt: H. Blunck (Carabiden und Elateriden), Fr. Bodenheimer (Nematocera), C. Börner, gemeinsam mit Schilder (Blattläuse, Aphidoidea), K. Friederichs (Silphiden, Nitiduliden und Lamellicornier), Fr. Heikertinger (Haticinen), J. Jegen (Dipteren), R. Kleine (Rhynchophoren), L. Lindinger (Coccoidea, Schildläuse), H. Sachtleben (Rodentia und Ungulata), F. A. Schilder (Cicadinen, Psyllinen und gemeinsam mit Börner Aphidoidea), W. Speyer (Chrysomeliden) und W. Trappmann (Mittel und Maßnahmen zur Bekämpfung).

Trotz dieser Arbeitsteilung und trotz aller Bemühungen bezw. Literaturbeschaffung „mußte", wie Reh im Vorwort meint, „auf Vollständigkeit von vornherein verzichtet werden" ... und „so sind natürlich Lücken übrig geblieben". „Wer das Bedürfnis fühlt, deswegen Steine auf die Bearbeiter zu werfen, mag das ruhig tun." Demgegenüber ist Referent der Meinung, daß die Lücken in Anbetracht des enormen Stoffes im allgemeinen recht unwesentlich sind. Alles Wesentliche, was bis jetzt über tierische Pflanzenschädlinge bekannt geworden ist, ist in dem vorliegenden Band berücksichtigt, so daß der Benützer des Buches über jeden wirtschaftlich sich nur irgendwie auswirkenden Schädling, mag er in Neuseeland, in Brasilien, Ägypten oder in nordischen Ländern auftreten, Aufschluß erhält, und zwar nicht nur über seine Lebensweise und seinen Schaden, sondern auch über die wichtigste Literatur. Der letztere Umstand, der nicht hoch genug gewertet werden kann, machte schon den alten „Reh" zu einem unentbehrlichen Handapparat für jeden angewandten Zoologen. In noch höherem Maße trifft dies für die Neuauflage zu, da die Literatur inzwischen einen so unheimlichen Umfang angenommen hat, und dabei so zersplittert und in so vielerlei Sprachen erscheint — Sprachen, in denen früher wissenschaftliche Arbeiten überhaupt nicht veröffentlicht wurden —, daß es eine Unmöglichkeit für den einzelnen ist, auch nur einigermaßen mit dem immer stärker auf ihn herabprasselnden Literatursegen fertig zu werden. So stellt der neue „Reh" eine rettende Tat dar! Er macht es dem angewandten Zoologen überhaupt erst möglich, sich rasch zu orientieren und auf Grund der angegebenen Literatur weiterzuarbeiten.

Mit Sehnsucht und Spannung warteten wir alle auf den 2. Teil der „Tierischen Schädlinge". Nun, da er erschienen ist, werden wir täglich nach ihm greifen, um Auskunft über die vielen stets an uns herantretenden Fragen zu suchen. Selten werden wir das Gesuchte nicht finden. Referent hat das Gefühl, daß wir jetzt für einige Zeit

wieder festen Boden unter den Füßen haben, und er ist der Überzeugung, daß er dieses Gefühl mit den meisten seiner Kollegen teilt. In der Neuauflage sind manche Abschnitte stark umgearbeitet (am meisten wohl die Blattläuse durch Börner und Schilder); doch ist die Form der Darstellung die gleiche geblieben wie in der alten Auflage, die sich ja so gut bewährt hatte.

Reh schreibt am Schluß des Vorworts: „Ich selbst habe nun 26 Jahre am ‚Sorauer' gearbeitet und darf nun gestehen, daß es für mich nicht immer eine reine Freude war. Ich habe deshalb auf eigene Arbeiten und manches andere so gut wie ganz verzichtet. Ich nehme nun Abschied von dem Werk in der Hoffnung, daß die beiden von mir herausgegebenen Bände ihren Zweck erfüllen und den über tierische Schädlinge Arbeitenden wertvolle Dienste leisten." Ich kann nun Reh die Versicherung geben, daß sein Buch allen über tierische Schädlinge Arbeitenden der ganzen Welt nicht nur wertvolle, sondern unentbehrliche Dienste leistet, und daß die Vollendung seines Werkes in allen Winkeln der Erde, wo immer über tierische Schädlinge geforscht wird, als größtes literarisches Ereignis der letzten Zeit gebucht und begrüßt werden wird. Wenn wir berücksichtigen, daß Reh die Riesenarbeit neben seinem eigentlichen Beruf geleistet hat, so können wir über eine solche Arbeitskraft nicht genug staunen. Wir danken Reh von ganzem Herzen, daß er uns dieses Standardwerk, das dem Ansehen der deutschen angewandten Zoologie zur höchsten Ehre gereicht, geschenkt hat. Die Ausstattung ist, wie wir es vom Verlag Paul Parey, Berlin, gewohnt sind, wieder erstklassig, der Preis erscheint zwar hoch, doch ist er dem Umfang entsprechend. Da das Buch zu den unentbehrlichen Hilfsmitteln gehört, wird es trotz der großen Weltwirtschaftskrise die Verbreitung finden, die es verdient. K. E.

Chapman, Royal N., Animal Ecology, with especial reference to insects. 464 Seiten, 153 Abbildungen und Diagramme. Verlag Mc Graw-Hill, Book Company, New York and London 1931. Preis geb. 4 Dl.

Chapmans Werk ist aus seinen seit 1917 in Minnesota gehaltenen Vorlesungen und Übungen über Ökologie der Tiere hervorgegangen, die in Amerika selbst längst schon Schule gemacht und Einfluß auf die Forschung gewonnen haben. Es ist außerordentlich zu begrüßen und dankbar anzuerkennen, daß der Verfasser durch die Herausgabe dieses Buches nunmehr einem größerem Kreise die Möglichkeit gibt, an seinen Vorlesungen teilzunehmen. Nach Umfang und Behandlung des Gegenstandes, der neben der Ökologie der Landtiere auch jene der Gewässer umfaßt, ist es ein Lehrbuch im besten Sinne.

Der Stoff ist übersichtlich und klar geordnet, die Sprache einfach, und selbst die schwierigen Probleme aus der Bevölkerungslehre der Tiere weiß der Verfasser in vorbildlicher Weise dem Leser näher zu bringen. Wo irgendwie nur angängig, wird dabei die quantitave Betrachtungsweise in den Vordergrund gestellt, da sie — wie der Verfasser mit Recht hervorhebt — leichter die kritische Beurteilung eines Vorganges zuläßt als die rein deskriptive.

Dem Inhalt nach gliedert sich der Stoff in die Abschnitte über Autökologie und solche über Synökologie — zwei Begriffe, die der Ökologie der Pflanzen entnommen sind, und für deren Beibehaltung Verfasser eintritt. Ersterer umfaßt die Beziehungen des Individuums zur Umwelt, letzterer jene der zu Populationen zusammengeschlossenen Individuen. Im einzelnen werden unter Autökologie jeweils in besonderen Kapiteln auf rund 150 Seiten die Wirkungen physischer Faktoren der Umwelt besprochen (Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luft und Wasserdruck, Gasbestandteile, Wasserstoffionenkonzentration usw.). Auch die Diapause ist hierunter berücksichtigt. All diese Abschnitte enthalten nach einer knappen, präzisen Charakterisierung der Wesensart des jeweiligen physischen Faktors eine kurze Darstellung der Methoden zu seiner Messung, jener zu seiner Konstanterhaltung im physiologischen Experiment, und eine Schilderung seiner Einwirkungen auf die verschiedenen Lebensäußerungen der Tiere an Hand gut gewählter Beispiele aus der einschlägigen Literatur.

Es folgt ein Kapitel über den Einfluß der Ernährung (26 S.), in dem Uvarovs zusammenfassende Studie eingehend berücksichtigt wird, sowie ein weiteres über die biotischen Faktoren in der Autökologie: Das Biotische Potential — ein spezielles Forschungsgebiet des Verfassers — und seine verschiedenen Unterbegriffe, wie das Potential der Zeugung, der Überlebensfähigkeit, der Ernährung, des Schutzes und der Widerstand der Umwelt und seine Messung werden hier besprochen.

Der Synökologie im allgemeinen, zu der auch die Biozönosenlehre gehört, sind 16 Seiten gewidmet. Es kennzeichnet den Standpunkt des Verfassers — und man muß ihm hierin beipflichten — daß die Bindungen unter den Organismen, die einer Biozönose angehören, nicht gleichwertig beurteilt werden dürfen. Sind sie nur durch die nämlichen Ansprüche an die physischen Bedingungen der Umwelt verursacht, dann sind die Beziehungen der Organismen untereinander rein sekundärer Art. Primäre Bedeutung hingegen erlangen diese Beziehungen, wenn das gemeinsame Band biotischer Natur ist: so bei gleicher Nährpflanze, so bei sozialen Insekten, beim Symbiontenverhältnis, bei den Beziehungen zwischen Parasit und Wirt usw. — Eingehend werden ferner in diesem Abschnitt verschiedene mathematische Behandlungsweisen der Bevölkerungsbewegungen der Tiere dargestellt, besonders jene Versuche, wie sie von Lotka, Muir, Thompson und Volterra durchgeführt worden sind. Ein besonderer Unterabschnitt dieses Kapitels behandelt die Konkurrenzerscheinungen. Neben einigen anderen Beispielen werden hier hauptsächlich die interessanten Populationsstudien an *Drosophila* von Pearl und jene des Verfassers an *Tribolium* berücksichtigt. Auch sind Volterras durch Deduktion gefundenen Sätze hier besprochen. (Eine englische Übersetzung der schwer zugänglichen Originalarbeit des letztgenannten Autors ist übrigens dem Buche als Anhang beigegeben.)

Das X. und XI. Kapitel betreffen Tiergeographie (Verbreitung im Raum) und Chronologie (Verbreitung in der Zeit). Im ersteren werden unter Hinweis auf die ausführlichen Werke von Hesse und anderen nur die maßgebenden ökologischen Prinzipien erläutert; so wird in diesem Zusammenhang auf das Minimumgesetz verwiesen, dessen Bedeutung für die Verbreitung einer Art bereits 1911 durch Shelford erkannt worden war, auf Hopkins Bioklimatische Regeln, sowie auf die Ball-Taylorschen Klimogramme und ihre Nutzanwendung für tiergeographische Zwecke. Letzteres geschieht an Hand der vergleichend klimatologischen Studien Taylors über das klimatische Optimum der weißen Rasse und an den Cookschen Arbeiten über Porosagrotis ortogonia.

Die Chronologie bringt eine Übersicht über Paläochronologie und Neochronologie. Diese umfaßt das äußerst interessante, den Botanikern schon längst bekannte, aber in zoologischer Hinsicht noch wenig erforschte Gebiet der ökologischen Folgen (Ecological succession). 6 weitere Kapitel beziehen sich auf die Ökologie der Wassertiere: aquatische Synökologie, Charakterisierung der physischen und biotischen Faktoren, Ökologie der Teiche, der Seen (bei denen Thienemanns Seentypenlehre eingehend berücksichtigt wird) und die Ökologie der fließenden Gewässer sind hier behandelt. — Die letzten Abschnitte des Buches betreffen die terrestrische Synökologie: Tiergemeinschaften des Bodens, der Sanddünen, der Gras-, Strauch- und Baum-Vegetationstypen mit ihren verschiedenen Unterstufen werden hierunter besprochen.

Ein kurzes Schlußwort, das weite Ausblicke eröffnet, widmet der Verfasser der Anwendung ökologischer Prinzipien, für die zwei Gebiete in Frage kommen: die angewandte Ökologie der Tiere, der auch die angewandte Entomologie zuzuzählen ist, und die Soziologie des Menschen. — Äußerst wertvoll ist die umfangreiche, übersichtlich geordnete Bibliographie, die jeweils den einzelnen Kapiteln beigefügt ist, auf die sie Bezug hat. Sie umfaßt insgesamt rund 1500 Titel. Zahlreiche instruktive Abbildungen und Diagramme tragen wesentlich zum Verständnis des Textes bei.

Die im vorstehenden skizzierte Übersicht vermag nur eine schwache Vorstellung dessen zu geben, was das Chapmansche Werk in Wirklichkeit enthält. Es ist erstaunlich und verrät die meisterhafte Beherrschung des Stoffes, welche Fülle von Tatsachen und Gedanken hier auf knapp 400 Seiten zusammengefaßt sind. So bildet das Buch eine

ausgezeichnete Einführung in das Gebiet der Ökologie der Tiere, die den Studierenden über alles wesentliche der einschlägigen Fragen unterrichtet. Dem forschend eingestellten Leser, gleichviel ob er theoretischer Biologe oder angewandter Entomologe ist, vermittelt es einen Überblick über ein im Entstehen begriffenes Lehrgebäude, richtiger über dessen Fundamente und zeigt ihm, wie und wo die Zukunft an diesen weiterzubauen hat.

Der Preis des Buches, den sich mancher deutsche Verleger zum Vorbild nehmen sollte, muß bei seiner guten Ausstattung als sehr mäßig bezeichnet werden. Neben dem so reichhaltigen Inhalt dürfte er dem Werke die ihm zukommende weite Verbreitung sichern. — Zwölfer.

Uvarov, B. P., Insects and Climate. Transactions ot the entomological Society of London Vol. 79. Erschienen im Selbstverlag der Gesellschaft. London 1931. 247 Seiten, 53 Abbildungen. Preis brosch. 1 L. 1 s.

Seinem 1929 veröffentlichten Vortrag über das gleiche Thema, dessen Übersetzung in dieser Zeitschrift erschienen ist, und der eine kurze zusammenfassende Übersicht über das Gebiet gibt, hat der Verfasser die damals angekündigte ausführliche Bearbeitung des Gegenstandes folgen lassen. Die Literatur zur Ökologie der Insekten ist damit um ein Werk bereichert worden, an dem kein Entomologe vorbeigehen kann, gleichviel ob er sich mehr dem Studium theoretischer oder praktischer Fragen seines Faches widmet. Fast die gesamte, bis zum Abschluß des Bandes (Herbst 1930) vorliegende Weltliteratur, die zum Thema irgendwie Bezug hat, ist in ihm berücksichtigt. Seinem Inhalt liegen nicht weniger als 1300 in 11 verschiedenen Sprachen verfaßte Spezialuntersuchungen und selbständige Werke zugrunde — Zahlen, die eine Vorstellung von der Leistung des Verfassers und der Vollständigkeit und Gründlichkeit der Bearbeitung geben. Das dieselbe nicht rein referierend ist, sondern die Materie unter großen Gesichtspunkten kritisch gesichtet wird, ist ein Vorzug des Buches, der seine Lesbarkeit sehr erhöht und anregend wirkt, wenn man im einzelnen dem Verfasser in seinen kritischen Darlegungen auch nicht überall restlos folgen kann.

Von den beiden Hauptabschnitten behandelt der erste auf 86 Seiten den Einfluß der einzelnen physischen Faktoren und den der Wirkung ihrer Kombinationen auf das Insektenleben. Hier ist besonders das Kapitel über den Einfluß der Wärme hervorzuheben, das entsprechend der enormen Literatur, die bereits darüber existiert, besonders eingehend ausgearbeitet ist.

Der zweite Hauptteil (rund 100 Seiten) betitelt „Witterung, Klima und Insekten", bezieht sich auf die Einflüsse des Wetters und der verschiedenen meteorologischen Elemente auf die Aktivität der Insekten, auf die Wirkung des Tages- und Jahreskreislaufes dieser Faktoren, auf die Zusammenhänge zwischen Klima und geographischer Verbreitung, auf die Wirkung klimatischer Faktoren als Ursache von Massenvermehrungen, endlich auf die Bedeutung von Klima und Witterung für die angewandte Entomologie.

Dem Charakter des Buches entsprechend, das einen Überblick über die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet vermitteln will, tritt die Besprechung rein methodischer Fragen stark in den Hintergrund, wie sie beispielsweise in den Handbüchern von Shelford und von Friederichs berücksichtigt sind, zu denen das Uvarovsche Werk eine unentbehrliche Ergänzung bildet. Es ist unmöglich, in diesem Zusammenhange auch nur auf einen Bruchteil all der Fragen einzugehen, die in ihm berührt werden. Kaum ein Problem, das zu dem Gegenstand Bezug hat und bis jetzt spezielle Bearbeitung fand, dürfte hier übersehen worden sein. Darüber hinaus weist das Werk auf jene großen Lücken hin, die es noch auszufüllen gilt und gibt eine lebendige Anschauung der Wege, welche die Erforschung dieses Teilgebietes der Ökologie der Tiere geht, und der Ziele, denen sie zustrebt.

Alles in allem ist Urarovs Buch eine tiefgründige Bearbeitung der wirtschaftlich so bedeutungsvollen Beziehungen zwischen Klima und Insekten, die in die Handbücherei eines jeden Ökologen und angewandten Entomologen im besonderen gehört. Zwölfer.

Flachs, Karl, Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen. Ein Bestimmungs- und Nachschlagebuch für Biologen, Pflanzenärzte, Gärtner und Gartenfreunde. 558 Seiten und 173 Abbildungen im Text. Stuttgart, Eugen Ulmer, 1931. Preis geb. RM 29,—.

Der Bearbeitung des vorliegenden Buches liegt eine langjährige Praxis und eine ausgedehnte Literaturkenntnis zugrunde. Als weiterer Vorzug ist die gedrängte Kürze zu buchen. Es ist überall nur soviel gesagt als für die sichere Erkennung notwendig ist — eine Eigenschaft, die in der heutigen Zeit besonders wohltuend wirkt.

Der Stoff ist zunächst nach den Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge geordnet und sodann nach den beschädigten Organen (Blätter, Stamm, Wurzeln usw.). Dabei sind die physiologischen Schädigungen und die pflanzlichen und tierischen Schädlinge nicht in besonderen Unterabteilungen behandelt, was die Bestimmung des Schadens für den Praktiker zweifellos erleichtert, da keine Voraussetzungen an ihn gestellt werden. Es sind nicht nur die wichtigeren Schäden berücksichtigt, sondern wohl alle bis jetzt bekannten Krankheiten und Schädlinge. Diese sind kurz und präzis charakterisiert, ferner ist überall kurz die Bekämpfungsart angegeben. Eine Anzahl instruktiver Abbildungen unterstützen den Text. In einem Anhang wird eine gedrängte Darstellung der „Maßnahmen zur Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge" gegeben (vorbeugende Maßnahmen, direkte Maßnahmen, Bodendesinfektion usw.). Das Buch füllt eine empfindliche Lücke in der Pflanzenschutzliteratur aus. Jedem, der mit Zierpflanzen zu tun hat, kann das Flachssche Buch bestens empfohlen werden. K. E.

Pape, Heinrich, Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen. Mit 8 farbigen Tafeln und 271 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1932. Preis geb. RM 18,—.

Kurz nach dem oben besprochenen Buch von Flachs erschien das Papesche Buch, das den gleichen Gegenstand behandelt. Dasselbe unterscheidet sich von jenem vor allem dadurch, daß es nicht nur Nachschlage- bezw. Bestimmungsbuch ist, sondern nebenbei auch als Einführung in die Phytopathologie dienen kann. Es bringt nicht alle überhaupt vorkommenden Beschädigungen, sondern beschränkt sich auf häufigere und wirtschaftlich wichtigere Schäden, diese aber im allgemeinen in ausführlicherer Darstellung, in der die Biologie des jeweiligen Schädlings eingehender geschildert wird, ebenso die Bedingungen ihres Vorkommens, ferner die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen; auch die Anfälligkeit der verschiedenen Sorten wird berücksichtigt.

Der spezielle Teil zerfällt in 2 Abschnitte: im ersten Abschnitt (S. 43—107) werden diejenigen Krankheiten und Schädigungen besprochen, die bei vielen Zierpflanzen vorkommen, im zweiten Abschnitt die Krankheiten und Schädigungen einzelner Zierpflanzen, wobei die Anordnung ähnlich wie bei Flachs nach den Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge gehalten ist.

Dem Speziellen Teil geht ein ausführlicher allgemeiner Teil voraus, in dem die wirtschaftliche Bedeutung der Zierpflanzenschädigungen, die Ursachen der Schädigungen und die Mittel zur Verhütung und ihrer Bekämpfung in sehr klarer und übersichtlicher Weise behandelt werden (S. 1—42).

Dem Text sind zahlreiche ausgezeichnete Abbildungen meist nach photographischen Aufnahmen beigegeben, außerdem 8 vortrefflich gelungene farbige Tafeln, auf denen vor allem die durch die Schädigungen verursachten Verfärbungen der Blattorgane durchaus naturgetreu wiedergegeben sind. Der Preis ist in Anbetracht der glänzenden Ausstattung, die höchstes Lob verdient, als sehr mäßig zu bezeichnen. Das Buch gehört in die Hand jedes Phytopathologen. K. E.

Bremer, H., und **Kaufmann, O.,** Die Rübenfliege, *Pegomyia hyoscyami* Pz. Monographien zum Pflanzenschutz. Nr. 7. 110 Seiten und 32 Ab-

bildungen im Text. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1931. Preis RM 12, —.

Die langjährigen Rübenfliegenschäden in Pommern und Schlesien haben die Verfasser schon seit mehreren Jahren veranlaßt, eingehende Untersuchungen über diesen Schädling (in zwei inmitten der Schadgebiete errichteten Fliegenden Stationen) anzustellen. Die ausführlichen Ergebnisse dieser Studien sind in einer Reihe von Aufsätzen in den „Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt" veröffentlicht worden. In abgekürzter und abgerundeter Form wird nun das gesamte Material in der vorliegenden Monographie zusammengefaßt. So beruht also die Darstellung zum weitaus größten Teil auf eigenen Untersuchungsergebnissen der beiden Autoren.

Nach einer Übersicht über die Systematik und Morphologie des Schädlings und seiner Entwicklungsstadien (1—30) wird die Bionomie (die Embryonalentwicklung, die Larve, Puppe, Imago) eingehend behandelt (31—53). Darauf folgt die Darstellung der Feinde (54—66), ferner der Epidemiologie der Rübenfliegenkalamität (67—87) und endlich der Bekämpfung (88—105). Besonderes Interesse kommt dem IV. Abschnitt (Epidemiologie) zu. Wenn auch die diesbezüglichen Gedankengänge Bremers bereits Allgemeingut der angewandten Entomologie geworden sind, so wird doch jeder die konzentrierte Darstellung der „allgemeinen Bedingungen des Massenwechsels", der „örtlichen Unterschiede im Massenwechsel", der „Verbreitung der Rübenfliege in ihrer klimatischen Bedingtheit", der „Form der Kalamität", der „Witterungsbedingungen für den Ausbruch einer einzelnen Kalamität" usw. mit großem Nutzen lesen. Die Monographie Bremers und Kaufmanns ist eine vorbildliche Arbeit, die jedem angewandten Entomologen reiche Anregung gibt.

E. K.

Andersen, K. Th., Der liniierte Graurüßler oder Blattrandkäfer *Sitona lineata* L. Monographien zum Pflanzenschutz. Heft 6. Berlin, Julius Springer, 1931. Preis RM 9,60.

Dem Plan der Monographiensammlung entsprechend, wird zuerst die Morphologie und Anatomie besprochen (für eine Monographie zum Pflanzenschutz wohl etwas zu eingehend), dann die Bionomie, die Entwicklung, die Feinde, die Epidemiologie, der Schaden und schließlich die Bekämpfung.[1])

Von dem Inhalt im einzelnen seien nur folgende Ergebnisse der Andersenschen Studien mitgeteilt; die Generation ist enjährig. Die Eiproduktion während der über Frühjahr bis Herbst sich erstreckenden Legezeit kann bis 2000 (und sogar noch mehr) betragen, sie hängt von der Temperatur während der Sommermonate Juni und Juli ab, ebenso wie auch die Entwicklungsdauer der Jugendstadien stark vom Klima beeinflußt wird. Interessant ist die Bestätigung der Beobachtungen Baranovs und Jacksons, wonach die jungen Larven auf die Wurzelknöllchen als Nahrung angewiesen sind, und zugrunde gehen, wenn solche nicht vorhanden sind (vgl. auch Grossheim). Der *Sitona*-Schaden beruht darnach nicht nur auf dem Käferfraß, wie bisher meist angenommen wurde, sondern auch auf dem Larvenfraß. „Es ist sogar fraglich, ob der Schaden, den die Imagines durch Blattfraß anrichten, größer ist als der der Larven durch Verzehren der Bakterienknöllchen."

Eine Anzahl recht instruktiver Abbildungen und Kurven sind der Schrift beigegeben, die eine willkommene Bereicherung der landwirtschaftlich-entomologischen Literatur darstellt.

E. K.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 23. Teil, Spinnentiere oder Arachnoidea VI.: *Agelenidae—Aranidae.* 24. Familie: *Agelenidae* von Maria Dahl, 27. Familie: *Aranidae* von Dr. Hermann Wiehle. 136 Seiten mit 319 Abbildungen im Text. Jena, Verlag Gustav Fischer, 1931. Preis brosch. RM 12,—.

[1]) Siehe hierüber auch die obige Besprechung (S. 147) der Arbeit von Grossheim.

Die Familie der Ageleniden umfaßt Formen, die ein mehr oder weniger vollkommenes Decken- oder röhrenartiges Gewebe herstellen. Durch die Gebundenheit an ein Wohngewebe sind sie seßhafter als die anderen Spinnen. Die waagerechten oder wenig geneigten Fanggewebe bilden eine dichte, oft mit Staub, Laub usw. überlagerte Decke, die darauf eingerichtet zu sein scheint, Insekten anzulocken, sich darauf zu setzen. Der Bestimmungstabelle der Ageleniden sind die ersten 46 Seiten mit 101 Einzelfiguren gewidmet.

Der größere Abschnitt des vorliegenden Heftes behandelt die Familie der Araneiden. Die Vertreter dieser Familie kennzeichnen sich biologisch durch die Benutzung eines radförmigen Gewebes zur Erlangung der Beute. Das Fanggewebe, dessen Bau für jede Art charakteristisch ist, wird in der Einleitung eingehend beschrieben. Bei der Behandlung der einzelnen Arten wird auch auf die Verbreitung in Deutschland, die Charakterisierung des Biotops, den Netzbau, die Periodizität und Sexualbiologie, die Eiablage und Überwinterung, die Verbreitung außerhalb Deutschlands und die verwandten europäischen Arten eingegangen. Nicht weniger als 218 Abbildungen teils nach Photographien (Habitusbilder), meist aber nach Originalzeichnungen (Taster, Umrisse und Zeichnungen der Abdomen, Netzformen usw.) unterstützen die sehr ausführlichen Bestimmungstabellen.

Hoffentlich wird dieses vortreffliche neue Heft des großen Werkes dazu beitragen, das Interesse an der Spinnenkunde zu heben. Daß die Spinnen von der angewandten Entomologie bis jetzt viel zu stiefmütterlich behandelt wurden, habe ich schon des öfteren betont. K. E.

Schnack, Friedrich, Auf ferner Insel. Glückliche Zeit in Madagaskar. Mit 69 Abbildungen nach Aufnahmen von Dr. Paul Denso. Berlin, Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), 1931. Preis geb. RM 6,—.

Ein Buch tiefsten Naturempfindens, das die Madagassische Landschaft in den sattesten Farben schildert und in jedem, der in der freien unberührten Natur Erfüllung sieht, heiße Sehnsucht erwecken muß. Auch der Insektenbeobachter, als welcher sich der Dichter schon in seinem „Wunderreich der Falter“ vorgestellt hat, kommt zu Wort in dem Kapitel „Tag einer Mauerwespe“, in dem der Bau der Röhre sehr anschaulich geschildert wird. K. E.

Band XIX, Heft 2.

Originalaufsätze.

Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens II.

Über die Beziehungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. zu biotischen Umweltfaktoren. (Nebst Bemerkungen über deren praktische Verwertbarkeit.)

Von

W. Zwölfer, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

(Mit 7 Abbildungen und 1 Diagramm.)

Inhaltsübersicht.

Hauptnährpflanze von *E. integriceps* Put. in Kilikien ist Weizen. Sein Anbau und seine wirtschaftliche Bedeutung in diesem Gebiet werden besprochen. Der durch *Eurygaster* hervorgerufene Schaden wirkt sich teils als Folge zeitigen Frühjahrsfraßes am jungen Getreide aus, teils als Folge späten Fraßes durch Saugen am milchreifen Korn. Ersterer blieb während der letzten Kalamität in Kilikien bedeutungslos; letzterer führte örtlich zu Verlusten von 80—100%. Die Resistenz verschiedener Weizensorten und ebenso jene von Gerste gegen den Spätfraß der Wanze ist durch Frühreife bedingt. Sie bewirkt teils Reduktion der Zahl abgelegter Eier, teils direkte Vernichtung der Nachkommenschaft. Durch konsequente Nutzanwendung dieser Beziehung könnte Kilikien aus einem Massenwechselgebiet der Wanze in ein solches ständig dünner Besiedelung überführt werden. In mehrfacher Hinsicht besonders geeignet hierfür ist die Weizensorte „Thew brown", — eine *Triticum vulgare*-Varietät. — Unter Parasiten und Feinden von *E. integriceps* in Kilikien verdient der Eiparasit *Telenomus semistriatus* Nees. Beachtung. Feldbeobachtungen, Laboratoriumsbefunde und praktische Verwertbarkeit werden erörtert. Vassilievs Methode, den Eiparasiten durch Massenimport gegen *Eurygaster* einzusetzen, kommt für Kilikien nicht in Betracht. Seine praktische Verwertung wäre hier nur auf dem Wege künstlicher Großzuchten durchführbar, — eine Maßnahme, die unter den besonderen Bedingungen Kilikiens unwirtschaftlich erscheint. —

* * *

Unter den verschiedenartigen Einflüssen der Umwelt, die für die Bevölkerungsbewegungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Hem. Het.) in Kilikien Bedeutung besitzen, sind bei früherer Gelegenheit jene der klimatischen Faktorengruppe eingehend erörtert worden.[1]) Es wurde damals zu zeigen versucht, daß eine Mitteltemperatur von 20—22° C verbunden mit einer Niederschlagsmenge von 10—20 mm während des Hauptentwicklungsmonats optimale großklimatische Bedingungen für die Massenvermehrung der Art vorstellt.

Die bevölkerungstheoretische Bedeutung der biotischen und chtonischen[2]) Umweltfaktoren, von denen die letzteren sich hauptsächlich während der Übersommerung und Überwinterung der Wanze auswirken, wurden in jener Abhandlung nur kurz berührt und ihre eingehende Darstellung für spätere Gelegenheit in Aussicht gestellt. Im folgenden sind Untersuchungen, Beobachtungen und Resultate einfachster experimenteller Arbeiten über die biotischen Umweltfaktoren niedergelegt, wie sie von September 1928 bis Herbst 1929 an der Entomologischen Feldstation Adana ausgeführt wurden. Soweit diese Ergebnisse für das immer noch ungelöste, und für die Landwirtschaft des nahen Ostens brennende Problem einer rationellen Bekämpfung der Getreidewanze von Interesse sind, ist die Möglichkeit ihrer praktischen Auswertung erörtert worden.

Daß viele der angeschnittenen Fragen nicht im gewünschten Umfang geklärt werden konnten, hängt teils mit den äußerst bescheidenen Mitteln zusammen, die der Feldstation in jener Zeit zur Verfügung standen, teils mit der Kürze der Beobachtungszeit, die unter den besonders schwierigen Arbeitsbedingungen des Orients für ein gründliches Studium aller mit der *Eurygaster*-Frage zusammenhängenden Probleme nicht ausreichte. Wenn trotzdem die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt, so geschieht dies im Hinblick auf die große, weit über Kleinasiens Grenzen reichende wirtschaftliche Bedeutung des Tieres, und die Lückenhaftigkeit unseres Wissens über dasselbe, die jeden Beitrag zu seiner Kenntnis rechtfertigen.

Wegen der wichtigsten bionomischen Daten, deren Wiederholung hier vermieden wurde, sei im übrigen auf die frühere Veröffentlichung[1]) verwiesen.

I. Der Nahrungsfaktor.

a) Die Nährpflanzen und ihr Anbau: Als Nährpflanzen von *E. integriceps* Put. kommen in Kilikien fast alle dort gebauten Cerealien in Frage. Doch spielt die Art ähnlich wie in ihren übrigen Befallsgebieten praktisch nur an Weizen eine größere Rolle. Mit einer Gefährdung der Gerste ist nur unter besonderen Voraussetzungen zu rechnen.

Nach dem Frühjahrsrückflug aus den Überwinterungslagern, welcher zeitlich mit Beginn der Gerstenblüte zusammenfällt, ist zunächst das Auftreten der Wanze in den Gerstenfeldern stärker als in den Weizenschlägen. Mit fortschreitender Entwicklung und Reife der Gerste verschwindet *Eurygaster* aber fast völlig aus ersteren, um in die Weizenfelder überzugehen, wo sich dann auch die Haupteiablage der Wanze abspielt.

---

[1]) Zwölfer (1)

[2]) Im Sinne Martinis (2).

Das Auftreten und Saugen der Wanze an Hafer, Roggen, Sorghum ist nur ganz vereinzelt zu beobachten gewesen. An Mais konnte sie von mir nicht festgestellt werden. Im übrigen spielt der Anbau der letztgenannten Cerealien in Kilikien eine untergeordnete Rolle und Feldbestände von ihnen gehören dort zu den Seltenheiten.

Außer den genannten Kulturpflanzen werden gelegentlich auch wildwachsende *Gramineaen* und krautartige Gewächse (*Cucubitaceaen*, *Carduaceaen* und andere) von ihr angesaugt, wie sie der Unkrautflora oder jener der Brache angehören. Besonders während der Getreideernte kurz vor dem allgemeinen Abflug der Wanzen in die Übersommerungs- und Überwinterungslager findet man sie saugend an diesen noch grünen Pflanzen. Da um diese Zeit die sommerliche Dürre einsetzt und das Getreide völlig trocken ist, dürfte das Saugen an grünen Unkräutern weniger der Ernährung als vielmehr der Befriedigung des Feuchtigkeitsbedürfnisses der Wanze dienen.[1])

Hauptnährpflanze von *E. integriceps* ist demnach unter kilikischen Verhältnissen der Weizen, der hier nur als Winterfrucht gebaut wird. Er spielt auch in der Landwirtschaft dieses Gebietes unter den gebauten Cerealien die Hauptrolle und ist neben Baumwolle wichtigster Exportartikel. Statistische Unterlagen über den Umfang seines Anbaues fehlen. Indes ist auf Grund der in Kilikien durchweg bestehenden Zweifelderwirtschaft, und dem Umstand, daß Weizen fast nur mit Baumwolle in Fruchtfolge steht, eine Schätzung der Größe seines Anbaugebietes möglich: Da fast die gesamte Baumwollproduktion Kilikiens an der Börse in Adana umgesetzt wird — was von der Weizenproduktion nicht in vollem Umfang gilt — so läßt sich zunächst für Baumwolle aus den bekannten Durchschnittserträgen für die einzelnen Jahrgänge die Größe der Anbaufläche annähernd ermitteln. Mit Rücksicht auf die Zweifelderwirtschaft ergeben sich damit gleichzeitig Hinweise auf den jeweiligen Umfang der vorjährigen Weizenbaufläche.[2]) Danach betrug diese in Kilikien schätzungsweise:

1924/25	898 000 Dönüm	=	89 800 ha
1925/26	1000 000 Dönüm	=	100 000 ha

Hierzu kommen noch die Weizenbauflächen der Schadgebiete in der Umgebung von Islahiye und jener von Kilis, über deren Umfang keinerlei Anhaltspunkte zu erlangen waren. Ihre Weizenproduktion steht jedoch erheblich hinter der kilikischen zurück. Für Exportzwecke kommt sie nicht in Frage.

---

[1]) Hibrauois (7) Angabe, wonach in Syrien gewisse Unkräuter, so „*Leontice leontopetalum*“, von der Wanze zur Eiablage bevorzugt werden, kann ich für Kilikien nicht bestätigen. Hier wurden inmitten stark befallener Weizenfelder nur ganz ausnahmsweise *Eurygaster*-Gelege an Feldunkräutern festgestellt.

[2]) Dem früheren Leiter der Baumwollstation I, Adana, Herrn Dr. A. Marcus, jetzt Berlin, verdanke ich den freundlichen Hinweis auf diese Schätzungsmöglichkeit und die oben mitgeteilten Zahlen.

Gerste wird in Kilikien in erheblich geringerem Umfang gebaut als Weizen. Nur lokal, so in der Umgebung von Ayas[1]), ist das Verhältnis der Anbauflächen zugunsten der Gerste verschoben.

Die genannten Zahlen lassen erkennen, daß die Hauptnährpflanze der Getreidewanze in Kilikien in größtem Maßstab gebaut wird, womit eine der Vorbedingungen für das Zustandekommen von Massenvermehrungen der Wanze erfüllt ist. Der Weizen wird im übrigen in verschiedenen Sorten kultiviert, unter denen die einheimische, türkisch „Yerli" genannte — eine *Triticum durum*-Varietät — weitaus den größten Anteil der Produktion einnimmt. Eine gewisse Verbreitung und Popularität besitzen ferner verschiedene Sorten sogenannter „Cypernweizen" — ebenfalls *T. durum*-Varietäten — die türkisch als „Kıpris" bezeichnet werden.

Die breitwürfig erfolgende Saat findet je nach Beginn und Verlauf der Winterregen von Oktober bis Dezember statt. Was die Blütezeit angeht, so fällt sie für Gerste von Ende März bis Mitte April, für Weizen hingegen von Mitte April bis Anfang Mai. Die Schnittreife und Ernte liegt für Gerste im zweiten Maidrittel; für Weizen beginnt sie bei den frühesten Sorten Mitte Mai und zieht sich bei den spätreifenden Sorten bis in das zweite Junidrittel hinaus. Speziell die „Yerli" Weizen sind spätreifend. Von geringen örtlichen Unterschieden abgesehen, fällt ihr Schnitt fast ganz in den Monat Juni. Auf die Bedeutung dieser Erscheinung für die Bevölkerungsbewegungen von *E. integriceps* wird weiter unten noch zurückgekommen werden. —

b) Der Wanzenfraß und seine Folgen: Diesem Entwicklungsrhythmus seiner Hauptnährpflanze ist *E. integriceps* unter den Bedingungen Kilikiens im ganzen gut angepaßt. Die aus den Winterquartieren in die Felder zurückkehrenden Wanzen führen hier zunächst einen Reifungsfraß durch, der der Entwicklung der Geschlechtsprodukte dient und mit der Eiablage Hand in Hand geht. Dabei werden während der ersten Fraßperiode sowohl an Gerste wie auch an Weizen alle Teile der Nährpflanze, besonders aber die Stengel und späterhin die blühenden Ähren besaugt. Im übrigen sind 1928 und 1929 in Kilikien keine durch den zeitigen Frühjahrsfraß verursachten, auffallend bemerkbaren Beschädigungen der Nährpflanzen eingetreten.

Hingegen liegen Nachrichten über größere, durch den Frühjahrsfraß der Wanze hervorgerufene Schäden aus anderen *Eurygaster*-Gebieten vor: so aus den zentralasiatischen, persischen und syrischen Wanzengegenden.[2]) Neuerdings wird auch in Ungarn diesbezügliches beobachtet.[3]) Allerdings scheinen in diesem letzteren Fall nur die verwandten Arten *E. maurus* L. und *E. austriaca* Schrk. am Fraße beteiligt zu sein.[4])

[1]) Vgl. hierzu die Übersichtskarte in Zwölfer (1) Abb. 1 und 3.

[2]) Vgl. Reh (3), Vassiliev (4), Adle (5), Achard (6) und andere.

[3]) Laut brieflicher Mitteilung des Herrn G. A. Manninger, Budapest.

[4]) Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Generaldirektor J. Jablonowski, Budapest.

Nach diesen Angaben äußern sich die durch den Frühjahrsfraß verursachten Schäden in einem Vergilben der ganzen Pflanze oder in einer partiellen oder totalen Sterilität derselben.

Es ist daher damit zu rechnen, daß bei einem Einfall der Frühjahrsschwärme, der dem in den Jahren 1928 und 1929 stattgehabten an Stärke übertrifft, auch unter den Verhältnissen Kilikiens ernstere Schäden als Folge zeitigen Frühjahrsfraßes auftreten können. Sie würden sich naturgemäß nicht nur auf Weizen, sondern auch auf Gerste erstrecken. Im übrigen betrug in jenen Teilen Kilikiens, die 1929 im Laufe der Ernte am stärksten unter Wanzenschaden litten, die Dichte des Belages an Altwanzen im zeitigen Frühjahr zwischen 3—5 Stück je Quadratmeter (je ca. 450—500 Weizenhalme).

Abb. 1. *E. integriceps* Put. an Weizenähre saugend.

Mit Beginn der Weizenblüte (Mitte April) beginnen die Wanzen soweit sie vordem in Gerstenfeldern auftraten, auf die Weizenschläge überzugehen, wo sie sich mehr und mehr konzentrieren. Hier findet ihre Haupteiablage statt. Ursache des Abwanderns ist vermutlich der fortschreitende Reifungsgrad der Gerste, die der Nachkommenschaft recht ungünstige Ernährungsbedingungen bietet. An sich findet eine Eiablage auch an Gerste statt, wenn den Tieren kein Weizen zur Verfügung steht. Durch Freiland- und Laboratoriumsversuche konnte dies ermittelt werden. Doch gelangt die Nachkommenschaft, zum mindesten der größere Teil derselben an Gerste, nicht zum Abschluß ihrer Entwicklung, was mit der Frühreife der Gerste zusammenhängt:

Dies Ergebnis fußt auf der Beobachtung von 10 Wanzenpaaren, die Anfang April 1929 unmittelbar nach vollzogener Kopula in Drahtgazebeuteln entsprechender Maschenweite jeweils paarweise über mehreren blühenden Gerstenähren eingebunden wurden. Von ihrer Nachkommenschaft erreichte ein Teil das zweite und dritte Stadium. Ganz vereinzelt wurden noch Larven der 4. Stufe beobachtet. Die Imaginalstufe indessen wurde in keinem einzigen Fall erlangt. Die Schnittreife dieses Gerstenschlages fiel mit dem Auftreten der 3. Larvenstufe zeitlich zusammen. In Übereinstimmung mit diesem Versuchsergebnis steht die Beobachtung, daß Wanzenlarven in Gerstenschlägen nur ganz vereinzelt wahrgenommen werden konnten.

Vom Beginn der Weizenblüte ab saugen sowohl die Altwanzen wie auch die Larven, soweit diese inzwischen geschlüpft sind, fast ausschließlich an den Ähren. Hier sind es die schwellenden Fruchtknoten und späterhin die milchreifen Körner, die ihnen zum Opfer fallen (Abb. 1). Die Narben der Einstichkanäle sind sowohl am Spelz als auch am enthülsten Weizenkorn meist als weißes, erhabenes Pünktchen in der Regel leicht sichtbar (Abb. 2 u. 3). Sie bleiben auch nach der Reife des Weizens erhalten. Im Zweifelsfalle sind sie bei Lupenbetrachtung einwandfrei zu ermitteln. Der Prozent-

Abb. 2. Weizenähre mit Narben der Einstichkanäle von *E. integriceps* Put.

Abb. 3. Durch Wanzenfraß beschädigte Weizenkörner.

satz angestochner Körner ist großen Schwankungen unterworfen, die vom Befallsgrad, aber auch von der Sorteneigentümlichkeit abhängen. Weizenproben, die bis zu 100% angestochene Körner aufwiesen, wurden mehrfach beobachtet. Auch die Zahl der Einstiche je Korn kann recht hoch sein: sie schwankte zwischen 1—10 pro Korn.

Als Folge der Saugtätigkeit der Wanzen tritt eine mehr oder minder weitgehende Schrumpfung der Weizenkörner ein (Abb. 3). Der Schrumpfungsgrad hängt teils vom Zeitpunkt des ersten Einstiches ab, teils von der Gesamtzahl Einstiche die das Korn erfuhr. Die geschrumpften Wanzenkörner erinnern bei flüchtiger Betrachtung an „Schmachtkörner", wie sie als Folge von Rostbefall aufzutreten pflegen. Differentialdiagnostisch sind

die Narben der Einstichkanäle gut verwendbar.[1]) Findet das Saugen der Wanze an einem in seiner Entwicklung fortgeschrittenen Weizenkorn statt, dann zeigt das Innere derartiger Körner in ausgereiftem Zustand eine mehlige, pulverige Beschaffenheit. Auch lassen sich solche Körner leicht zwischen den Fingerbeeren zerreiben. Ihre kleberreiche Hülle zeigt keine augenfällige Veränderung. Im übrigen haftet angestochenen Körnern ein mehr oder minder ausgeprägter Wanzengeruch an.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht muß sich die Beeinträchtigung der Kornqualität unmittelbar in einer Verminderung des Tausendkorngewichtes auswirken. Auch die chemische Beschaffenheit bezw. Zusammensetzung des Kornes scheint durch den Wanzenfraß in Mitleidenschaft gezogen zu werden. So soll im Gebiet von Adana die Brotqualität in den Wanzenjahren sich gegenüber früheren Jahren erheblich verschlechtert haben, was von Einheimischen auf die Verarbeitung von Wanzenweizen zurückgeführt wurde. In der Tat ist inzwischen in Ungarn durch systematische Versuche eine erhebliche Beeinträchtigung der Backfähigkeit des Mehles festgestellt worden.[2]) Sie macht sich schon bei einem Zusatz von nur 5% Mehl, das aus Wanzenweizen hergestellt wurde, bemerkbar. Es hängt mit all diesem zusammen, daß Weizen der durch Wanzenfraß gelitten hatte, an den Getreidebörsen in Adana und Stambul 1929 im Preise bis zu 50% tiefer lag als gesunder Weizen. —

Sowohl in theoretischer wie auch in praktischer Hinsicht ist die Frage von besonderer Bedeutung ob *E. integriceps* die Fähigkeit besitzt, ausgereifte Weizenkörner in der Ähre oder im enthülsten gedroschenen Zustand weiter auszusaugen. In der einschlägigen Literatur liegen Angaben vor, die dies bejahen.[3]) Ich selbst habe — wie vorwegnehmend bemerkt sei — niemals eine diesbezügliche Beobachtung gemacht und auch die Ergebnisse sämtlicher Versuche, die zu ihrer Klärung angesetzt wurden, sprechen gegen die Richtigkeit einer solchen Annahme:

Schon rein theoretisch erscheint dies wenig wahrscheinlich: Das Aussaugen völlig trockener, ausgereifter Körner auf rein mechanischem Wege ist kaum vorstellbar. Es würde die Mitwirkung Stärke- und Zellulosespaltender, enzymhaltiger Sekrete voraussetzen, die in das Innere des Kornes abgesondert werden, und dort die Nahrung verflüssigen. In ähnlicher Weise spielt sich tatsächlich bei vielen Rynchoten der normale Saugakt ab (Weber [8]). Beim Aufsaugen der verflüssigten Nahrung bleibt aber stets Speichelsekret im Stichkanal zurück. Der Wanzenorganismus muß somit um trockenes Material auf die Dauer mit Erfolg aussaugen zu können über überschüssige Flüssigkeitsmengen verfügen und den Bedarf an diesen anderweitig decken. Solche stehen im vorliegenden Fall allenfalls während der Vegetationsperiode der Wirtspflanze zur Verfügung, nicht aber während der sommerlichen Dürre — und nur in dieser käme ein Aussaugen ausgereifter Körner in Frage. Während der Dürrezeit leidet *Eurygaster* ausgesprochen an Feuchtigkeitsmangel, und Wasser, das den Wanzen in Tropfenform oder mittelst angefeuchteten

[1]) Anmerkung bei Korrektur. Malenotti, dessen Arbeit „Der Speichelkegel der Pentatomiden" inzwischen erschien (Anz. f. Schädlingsk. 8, 1932, S. 40—44) bezeichnet die Narben als „Speichelkegel". Er weist im übrigen ebenfalls auf die differentialdiagnostische Bedeutung dieser Bildungen hin.

[2]) Nach liebenswürdiger Auskunft des Herrn G. A. Manninger, Budapest.

[3]) Vgl. Reh (3).

Filtrierpapieres geboten wird, nehmen sie stets begierig auf. In freier Natur steht solches während des Sommers nicht zur Verfügung. Mit einem Aussaugen ausgereifter Weizenkörnern ist demnach, zum mindesten unter kilikischen Verhältnissen, nicht zu rechnen.

Versuche und Feldbeobachtungen bestätigen dies: So wurden noch am 11. Juni in Feldern, wo der Schnitt des Weizens (Yerli) bereits beendet und dieser in Garben zusammengestellt war, neben einer großen Anzahl flügger Jungwanzen stets Larven der beiden letzten Entwicklungsstufe beobachtet. Ihr Anteil schwankte zwischen 10—20% der vorhandenen Gesamtpopulation. Gegenüber den lebhaft sich bewegenden Jungwanzen waren die Larven träge, teils moribund und zum Teil auch schon verendet. An dem zusammengefallenen Hinterleib dieser Individuen ließ sich leicht feststellen, daß sie trotz des neben ihnen lagernden reifen Weizens an Nahrungsmangel litten und die Erklärung, daß die Verendeten hieran zugrunde gingen, erscheint plausibel. Auch das Ergebnis der oben erwähnten Zuchtversuche an Gerste liegt ganz in diesem Sinne.

Zuchtversuche mit rund 50 Larven der beiden letzten Stufen, die teils im Laboratorium, teils im Felde auf reifen Weizenähren in Beuteln eingebunden wurden, lieferten bald nach Versuchsbeginn nur 2 Imagines, während die übrigen Larven im Laufe der folgenden 2 Wochen zugrunde gingen. Was die beiden Gehäuteten anbetrifft, so dürften sie bereits zu Versuchsbeginn die zum Entwicklungsabschluß erforderliche Nahrungsmenge aufgenommen haben. — Entsprechende Laboratoriumsversuche mit flüggen Jungwanzen an ausgereiften Weizenähren und an gedroschenen Weizenkörnern brachten das nämliche Resultat. Diese Tiere gingen im Verlauf des Sommers infolge der einsetzenden hohen Temperaturen zugrunde, ohne eines der vorgesetzten Körner angestochen zu haben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß weder Larve noch Imago von *E. integriceps* ausgereifte, gesunde Weizenkörner ansaugen. Zum mindesten gilt dies für die Verhältnisse in Kilikien. Was die ersteren anbetrifft, so verhungern, sie wenn ihnen keine andere Nahrungsquelle zur Verfügung steht.

Eine weitere Wirkung des Nahrungsfaktors, die hier nur angedeutet werden soll, besteht in der Beeinflussung der Zeugungsfähigkeit weiblicher Wanzen. Je nach Art und Beschaffenheit der Nährpflanze kann die Zahl abgelegter Eier erheblich schwanken. Die Erscheinung hängt bei *Eurygaster* mit der Notwendigkeit eines Reifungsfraßes zur Entwicklung der Geschlechtsprodukte zusammen. —

c) Die Sortenresistenz, ihre Ursachen und ihre Bedeutung für die künstliche Einschränkung der Wanzenvermehrung: Schon das im vorstehenden Mitgeteilte weist darauf hin, daß frühreifende Sorten größere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Spätfraß der Wanzen aufweisen werden als spätreifende. Auch die vergleichsweise große Resistenz der Gerste dürfte mit deren früher Reife zusammenhängen. Angaben in diesem Sinne liegen bereits in der *Eurygaster*-Literatur[1]) vor. Unter den Landwirten Kilikiens galten die frühreifenden Cypernweizen im allgemeinen als widerstandsfähiger wie die spätreifenden einheimischen Sorten. Doch wurden gelegentlich auch entgegengesetzte Ansichten geäußert. Die Bedeutung dieser Frage für das Problem der *Eurygaster*-Bekämpfung ist ohne weiteres einzusehen und rechtfertigte ihr eingehendes Studium. Hierbei wurden insgesamt 18 Weizen-

[1]) Achard (6), Hibrauoi (7).

proben bezw. Sorten verschiedener Herkünfte berücksichtigt. Insbesondere lieferte der von der Baumwollstation I in Adana schon seit Jahren groß angelegte Leistungsprüfungsversuch mit einer Reihe von Weizensorten wertvolles und aufschlußreiches Material für diese Zwecke.[1])

Um vergleichbare Zahlenwerte zur Beurteilung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Weizensorten gegen *Eurygaster*-Fraß zu erhalten wurden bei der Wahl des Untersuchungsmateriales folgende Richtlinien beachtet:

1. Untereinander vergleichbar sind nur Proben verschiedener Sorten, die von benachbarten Feldern oder Feldparzellen stammten. Material von Weizenschlägen, die in der Luftlinie mehr als 1000 m auseinanderliegen liefert keine einwandfrei vergleichbaren Resultate, was mit den Lebensgewohnheiten der Wanze (Frühjahrsflug!) zusammenhängt.
2. Besonders zuverlässige Ergebnisse liefern Proben aus stark oder wenigstens mittelstark befallenen Gebieten.
3. Die Proben müssen möglichst in der Ähre gesammelt und mit der Hand entkörnt werden. Gedroschenes Material, das bereits eine leichte Säuberung erfahren hat, ist untereinander nicht mehr vergleichbar.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wurden die Untersuchungsproben in den Gemarkungen vier verschiedener Ortschaften des Vilajets Adana gesammelt, und zwar in einem stark befallenen Gebiet (Aptioğlu), zwei mittelstark befallenen Gegenden (Mihmandar und Baumwollstation I, Adana), ferner in einem schwach befallenen Gebiet (Baumwollstation II, Adana). Die Ergebnisse aus diesem letzteren sind nicht einwandfrei vergleichbar, da die Entfernung zwischen den Feldern mit „Yerli"-Weizen und jenen der übrigen Sorten fast 1000 m betrug. Übrigens waren hier auch Störungen des Wanzenbefalles, durch das starke Auftreten von Eiparasiten während der Vegetationsperiode zu verzeichnen. Die Hauptschadgebiete von *Eurygaster* in Kilikien, die 1929 in der Umgebung von Ceyhan, Ayas und bei Islahiye lagen, konnten leider aus technischen Gründen bei diesen Untersuchungen nicht berücksichtigt werden.

Da die Prozentzahl angestochener Körner einer Probe keineswegs proportional zum Umfang der Beschädigungen ist, wurde versucht als zahlenmäßig ausdrückbaren Wertmaßstab der Sortenresistenz den durch Wanzenfraß verursachten Tausendkorngewichtsverlust festzustellen. Erschwert wird diese Bestimmung durch den Umstand, daß neben Gewichtsverlusten durch Wanzenfraß gleichzeitig in ein- und derselben Probe auch solche durch Rost (*Puccinia*-Arten), durch *Sitotroga cerealella* Ol., *Anisoplia*-Arten usw. in mehr oder minder großem Umfang vorliegen können. Da sich indessen die von Wanzen angestochenen Körner, die gleichzeitig auch Rostschäden aufweisen können, verhältnismäßig leicht von den übrigen beschädigten sondern lassen, ließ sich ein indirektes Verfahren anwenden, das mit brauchbarer Annäherung die durch *Eurygaster* allein verursachten Tausendkorngewichtsverluste erfaßt. Für diese Bestimmung gilt zunächst der Ansatz:

$$x = ef - u, \qquad (1)$$

[1]) Es sei mir gestattet, Herrn Dr. A. Marcus, dem damaligen Leiter der Station, der mich bei diesen Untersuchungen unterstützte, auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

wo x der gesuchte Tausendkorngewichtsverlust durch Wanzenfraß in Gramm, ef das Tausendkorngewicht einstichfreier Körner (= gesunde Körner + Körner mit anderweitigen Beschädigungen), u endlich das Tausendkorngewicht der unsortierten Probe vorstellt. Da die verschiedenen Sorten und Herkünfte normalerweise erheblichen Schwankungen der Tausendkorngewichte unterworfen sind, muß die Größe x zu Vergleichszwecken in % ausgedrückt werden. Und zwar hat die Bestimmung dieser Verlustprozente (x%) auf das Tausendkorngewicht völlig gesunder Körner jeder Probe (g) zurückzugreifen, um Fehler durch anderweitige Beschädigungen des Kornes (Rost usf.) auszuschließen. Es gilt daher:

$$(2) \qquad x\% = \frac{100\ (ef - u)}{g}$$

Hiernach berechnet sind die durch Wanzenfraß bei den einzelnen Sorten entstehenden Tausendkorngewichtsverluste untereinander vergleichbar. Zu ihrer Bestimmung sind lediglich von jeder Sorte 3 Tausendkorngewichtsbestimmungen vorzunehmen und zwar 1. jene der unsortierten Probe (u), 2. jene einstichfreier Körner (ef) und 3. jene völlig gesunder Körner (g). Diese drei Bestimmungen gestatten gleichzeitig die durch anderweitige Schäden (y) verursachten Gewichtsverluste zahlenmäßig zu erfassen. Hierfür gelten die Gleichungen:

$$(3) \quad y = g - ef \qquad \text{und} \qquad (4) \quad y\% = \frac{100\ (g - ef)}{g}$$

Unter Berücksichtigung der durch Addition von (1) und (3) sich ergebenden Relation $x + y = g - u$ ist eine Nachprüfung der Richtigkeit der rechnerischen Auswertung des ermittelten Zahlenmateriales möglich. — Die scheinbar einfachere Methode einer direkten Bestimmung des Tausendkorngewichtsverlustes durch Wanzenfraß durch Bildung der Differenz der Tausendkorngewichte gesunder und angestochener Körner liefert kein zuverlässiges Resultat: Beim gleichzeitigen Vorliegen von Rostbefall enthält das Tausendkorngewicht angestochener Körner neben der Verminderung durch die Saugtätigkeit der Wanzen auch jene durch Rost! Der hier eingeschlagene indirekte Weg vermeidet diesen Fehler.

Zur Erzielung brauchbarer Rechenunterlagen wurde jedes einzelne Tausendkorngewicht als arithmetischer Mittelwert einer vierfachen Wägung von je 100 Korn bestimmt. Dies ermöglichte zu den errechneten Verlustprozenten den durchschnittlichen Fehler festzustellen, der in der folgenden Tabelle dem Wert x% jeweils in Klammer beigefügt ist. Die Prozentzahl angestochener Körner wurde an je 500 Korn ermittelt. So mußten zur Untersuchung jeder Einzelprobe 1200 Körner zumeist einzeln mit der Lupe untersucht und 12 Wägungen ausgeführt werden. Letzteres geschah unter Zuhilfenahme einer Apothekerwaage mit 2 mg Genauigkeit.

Aus den in der Tabelle niedergelegten Daten geht folgendes hervor:

1. Bei annähernd gleicher Prozentzahl angestochener Körner schwanken die entsprechenden Tausendkorngewichtsverluste durch Wanzenfraß erheblich (vgl. die Sorten Nr. 4, 6, 13 und 14, ferner die Sorten Nr. 7 und 18). Die Prozentzahl angestochener Körner läßt sich demnach weder als Vergleichsmaßstab für die Sortenresistenz noch zur Beurteilung des Schadens benutzen.

Herkunft	Lfde. Nr.	Sorte	Zahl der angestochenen Körner in %	1000-Korngewicht in g			1000-Korngewicht Verlust			
				u unsortiert	ef einstichfrei	g gesund	x durch Wanzenfraß		y durch anderweitige Schäden	
							in g	in %	in g	in %
Baumwollstation I. Adana	1.	Cypernweizen (Gazi Paşa Silifke)	29,0	32,29	34,06	39,53	1,77	**4,5** (±0,6)	5,47	13,8
	2.	Cypernweizen (Landw.-Schule Adana)	33,6	33,90	35,21	37,64	1,31	**3,5** (±0,9)	2,43	6,4
	3.	Cypernweizen (Ceyhan Imp.)	22,6	36,88	38,34	40,49	1,46	**3,6** (±0,6)	2,15	5,3
	4.	Havran Selek. (Algier)	27,2	39,61	41,20	42,32	1,59	**3,8** (±0,5)	1,12	2,5
	5.	Yerli (Kudusi efendi, Tasci)	34,2	31,10	33,58	34,31	2,48	**7,2** (±0,5)	0,73	2,1
	6.	Thew White	25,8	43,06	44,52	46,38	1,46	**3,1** (±0,6)	1,86	4,0
	7.	**Thew brown**	12,0	38,49	38,39	39,35	0,10	**0,0** (+0,3)	0,96	2,4
	8.	Hükümet	34,0	35,68	37,70	39,05	2,02	**5,2** (±1,1)	1,35	3,6
	9.	Ägyptischer Weizen	19,8	32,91	33,96	35,41	1,05	**3,0** (±0,3)	1,45	4,1
Aptioglu	10.	Yerli	75,0	31,58	37,64	38,80	6,06	**15,6** (±0,3)	1,16	3,0
	11.	Cypernweizen (Gazi Paşa Silifke)	52,0	38,45	42,27	44,22	3,82	**8,6** (±0,2)	1,95	4,4
Mihmandar	12.	Yerli	65,0	30,60	35,17	36,45	4,57	**12,5** (±0,6)	1,28	3,5
	13.	Cypernweizen (Gazi Paşa Silifke)	24,0	34,41	35,37	36,05	0,96	**2,7** (±0,6)	0,68	1.9
	14.	**Syrischer Weizen** (unbekannten Ursprunges)	25,0	38,87	38,85	39,70	0,02	**0.0** (+0,3)	0,85	2,1
Baumwollstation II. Adana	15.	Yerli	31,5	25,34	27,65	28,54	2,31	**8,1** (±0,7)	0,89	3,1
	16.	Havran Selekt.	4,7	41,65	41,75	42,22	0,10	**0,0** (+0,4)	0,89	3,1
	17.	Cypernweizen	5,7	39,20	39,37	39,50	0,17	**0,0** (+0,4)	0,13	0,0
	18.	Ägyptischer Weizen	8,5	36,21	37,21	37,32	1,00	**2,6** (±0,2)	0,11	0,0

2. Die Gewichtsverluste durch „anderweitige Schäden", wozu insbesondere jene durch Rostkrankheiten gehören, sind teils erheblich höher, meist jedoch niedriger als die durch Wanzenfraß verursachten. Relativ hohe Rostverluste zeigen vor allem die verschiedenen Cypernweizensorten (vgl. Nr. 1, 2 und 3), ein Umstand, der ihren Wert im Kampfe gegen die Getreidewanze bedeutend vermindert.

Dies erklärt auch die weiter oben mitgeteilten widerspruchsvollen Erfahrungen, die von Seiten kilikischer Landwirte über die Anfälligkeit der Cypernweizen gegen Wanzenfraß vorlagen: Da die Unterscheidung rostkranker Körner und solcher, die durch Wanzen beschädigt sind, eines geschulten Auges bedarf, wurden in den fraglichen Fällen vermutlich Rostschäden mit *Eurygaster*-Schäden verwechselt.

3. Die größten prozentualen Tausendkorngewichtsverluste durch Wanzenfraß treten stets bei „Yerli"-Weizen auf. Unter vergleichbaren Bedingungen übertreffen sie jene an Cypernweizen um das Doppelte bis Vierfache.

4. Die widerstandsfähigsten, praktisch „immunen" Sorten, die festgestellt werden konnten, sind der Neuseeländische Weizen der Baumwollstation I (Nr. 7) „Thew brown" — eine Varietät von *Triticum vulgare* — sowie ein syrischer Weizen (Nr. 14) der bei Mihmandar gebaut wird und angeblich während der Besatzungszeit durch die Franzosen eingeführt wurde. —

Über den Zusammenhang von Sortenresistenz und Reifezeit gibt ein Vergleich der entsprechenden Reifedaten der Baumwollstation I, die dort täglich aufgezeichnet wurden, mit den Tausendkorngewichtsverlusten der einzelnen Sorten (Nr. 1—9 der Tabelle) ein lehrreiches Bild. Von den übrigen Proben[1]) konnten genaue Daten über die Reifezeit nicht erlangt werden. Es reiften 1929:

		Vegetationsdauer in Tagen	Tausendkorngewichtsverlust durch Wanzenfraß in %
Thew brown	am 16. 5.	182	0,0
Thew White	am 21. 5.	187	3,1
Ägyptischer Weizen	am 21. 5.	?	3,0
Cypernweizen Landw. S. . .	am 23. 5.	189	3,5
Cypernweizen Ceyhan . . .	am 23. 5.	189	3,6
Havran, Algier	am 23. 5.	189	3,8
Cypernweizen, Gazi Paşa Silifke	am 25. 5.	191	4,5
Yerli, Tasci	am 29. 5.	195	7,2

Die Aussaat sämtlicher Sorten erfolgte annähernd gleichzeitig in der ersten Novemberhälfte 1928, so daß die Unterschiede in der Reifezeit lediglich eine Sorteneigentümlichkeit darstellen. Zum Vergleich

[1]) Ebenso für Nr. 8 Hükümet.

sei erwähnt, daß Gerste, die in keinem der beobachteten Fälle einen meßbaren Gewichtsverlust durch Wanzenfraß aufwies, am 7. Mai reifte.

Es geht hieraus hervor, daß schon geringe Unterschiede der Reifezeit einen merkbaren Einfluß auf die Höhe der Wanzenschäden ausüben und es ist sehr wahrscheinlich, daß unter günstigeren Witterungsbedingungen — 1929 waren infolge verspäteter Regenfälle die Reifezeitunterschiede relativ gering[1]) — die Verlustdifferenzen durch Wanzenfraß bei den verschiedenen Sorten noch ausgesprochener zum Ausdruck kommen werden als dies im Beobachtungsjahr der Fall war. —

Über die Ursachen dieser Erscheinung geben die weiter oben mitgeteilten Feldbeobachtungen und Untersuchungen über den Entwicklungsverlauf der Larve an Gerste und ausgereiftem Weizen Aufschluß. Sie lassen erkennen, daß die stets frühreifende Gerste ebenso wie die frühreifenden Weizensorten in ihrer Entwicklung jener der Wanze erheblich vorauseilen. Damit werden gleichzeitig Ernährungsbedingungen geschaffen, die für *Eurygaster* ein Pessimum vorstellen. Sie führen zu einer mehr oder minder großen Larvensterblichkeit als Folge von Nahrungsmangel. Direkt wirken sie sich auch auf die Eiablage der Wanze in gleichem Sinne ungünstig aus. Betroffen werden nach dem Gesagten namentlich jene Jungwanzen, die den Eiern entschlüpfen, welche erst Anfang bis Mitte Mai und noch später abgelegt werden.[2]) Sie machen die Hauptmasse der gezeugten Nachkommenschaft aus.[3]) Wird dies mit den mitgeteilten Reifedaten der Nährpflanze verglichen, so ist die Bedeutung frühreifender Sorten für die Dezimierung der Nachkommenschaft von *Eurygaster* ohne weiteres einzusehen und bedarf keiner weiteren Erläuterung. —

Die Nutzanwendung dieser Gedankengänge liegt auf der Hand! Durch einheitlichen Anbau frühreifender Sorten der ein Abwandern der Tiere in Felder mit spätreifenden verhindert, kann unter den Verhältnissen Kilikiens im Kampfe gegen *Eurygaster* ein doppeltes Ziel erreicht werden: Eine direkte Verminderung der Ernteverluste und gleichzeitig eine Dezimierung der Nachkommenschaft des Schädlings. Letztere bildet eine vorbeugende Maßnahme, die sich in den Folgejahren auswirken würde.

Wie an anderem Orte gezeigt wurde, stellt Kilikien unter den gegenwärtigen Bedingungen ein Massenwechselgebiet von *E. integriceps* vor, in dem die Verhältnisse bezüglich des Ernährungsfaktors und der Übersommerungslager dauernd, jene der klimatischen Bedingungen hingegen nur vorüber-

[1]) Nach den vierjährigen Erfahrungen von Dr. Marcus.
[2]) Die letzte frische Eiablage wurde 1929 am 27. Mai beobachtet (im Laboratorium).
[3]) Vgl. Zwölfer (1).

gehend dem Optimum der Bedürfnisse der Art nahekommen.[1]) Gelingt es durch künstliche Maßnahmen eine der beiden erstgenannten Faktorengruppen dauernd dem Pessimum oder Pejus der Art zu nähern — und hierfür kommt praktisch nur der Ernährungsfaktor in Frage — dann würde Kilikien den Charakter eines Massenwechselgebietes der Art verlieren und in ein solches ständig dünner Besiedelung übergehen. Damit wäre jede weitere Gefährdung für die Zukunft ausgeschaltet.

In der Tat scheint von den angeführten und geprüften Sorten der Neuseeländische Weizen „Thew brown" alle Voraussetzungen zu erfüllen, die den vollen Erfolg einer derartig durchgreifenden Maßnahme gewährleisten. Da er auch in seinen sonstigen Eigenschaften — Rostfestigkeit und Ertragshöhe! — unter kilikischen Verhältnissen im vierjährigen Anbauversuch stets Spitzenleistungen aufwies,[2]) würde seine allgemeine Einbürgerung in mehrfacher Hinsicht eine nachhaltige Förderung der Landwirtschaft Kilikiens bedeuten.

Der Einwand ist berechtigt, daß frühreifende Sorten etwaigen Schäden durch zeitigen Frühjahrsfraß (vgl. S. 164) genau in derselben Weise unterliegen werden wie spätreifende. Wie schon erwähnt, ist Ursache des Auftretens von Schäden dieser Art, das Einfallen starker Wanzenschwärme bei ihrem Rückflug aus dem Winterlager. Bei einheitlichem Anbau frühreifender Sorte im ganzen gefährdeten Gebiet kann es indessen — soweit sich derartiges überhaupt überblicken läßt — in keiner Vegetationsperiode selbst unter günstigen klimatischen Bedingungen zu einer stärkeren Vermehrung der Wanzenbevölkerung kommen. Damit wäre gleichzeitig die Gefahr des Zustandekommens starker Frühjahrsflüge gebannt.

Das Gesagte gilt zunächst nur für das *Eurygaster*-Auftreten in Kilikien. Inwieweit es sich auf andere Befallsgebiete der Art übertragen läßt, bedarf von Fall zu Fall lokaler Untersuchungen. —

Die in der Tabelle S. 171 mitgeteilten Tausendkorngewichtsverluste stellen — worauf ausdrücklich hingewiesen sei — noch nicht den tatsächlichen Wanzenschaden vor, der 1929 in Kilikien herrschte. Derselbe ist vielmehr erheblich höher, da der Abfall bei der Reinigung gedroschenen Wanzenweizens vergleichsweise außerordentlich vermehrt ist. Bei den Tausendkorngewichtsbestimmungen konnte dies nicht berücksichtigt werden. Als weiteres kommt hinzu, daß der von Wanzen beschädigte Weizen im

---

[1]) Zwölfer (9).

[2]) Nach freundlicher Mitteilung von Dr. Marcus, dessen Verdienst auch die Einführung dieser Sorte ist. Ein von ihm seinerzeit für das Wirtschaftsministerium in Angora ausgearbeitetes Gutachten, hat die Organisation der Umstellung des gesamten kilikischen Weizenbaues auf die Sorte „Thew brown" zum Gegenstand, die mit Rücksicht auf die ständige *Eurygaster*-Gefahr dringend erwünscht ist. Zufolge seiner Berechnungen wäre diese Umstellung mit verhältnismäßig geringen Mitteln bis 1932 durchführbar gewesen.

Handel bedeutend niederer bewertet wird als gesunder. Die Preise zwischen „krankem“ und „gesundem“ Weizen differieren um 50% und darüber! Bei einem Tausendkorngewichtsverlust von 15% und einer Preisminderung von 50% würde sich unter Berücksichtigung des vermehrten Abfalles der Schaden in Geldwert ausgedrückt auf 70—80% belaufen. Solche Fälle sind 1929 im Befallsgebiet von Adana verhältnismäßig häufig gewesen (Abtioğlu, Mihmandar). Im Befallsgebiet der Ceyhan-Ebene sollen sogar — wie mir aus zuverlässiger Quelle mitgeteilt wurde — Weizenfelder bis zu 2000 Dönüm (= 200 ha) Größe von ihren Besitzern der Wanzenschäden wegen gar nicht mehr abgeerntet worden sein, was einem Verlust von 100% gleichkommt. Schäden durch Rostkrankheiten haben dabei keine größere Rolle gespielt. —

II. Parasiten und Feinde.

Telenomus semistriatus Nees[1]), Feldbeobachtungen: Unter dem *Eurygaster*-Eimaterial, das Mitte April in den Feldern der Stationsumgebung gesammelt war, fanden sich zunächst vereinzelte Gelege, die durch ihren schwärzlichen Farbton unter den übrigen auffielen. Ihre Verfärbung ließ auf Parasitierung schließen, was durch die Präparation bestätigt wurde. Sie lieferte stets Larven oder Nymphen einer Hymenoptere als Insassen. Bei der Aufzucht derartiger Eier entschlüpften ihnen späterhin Proctotrupiden — eine Gruppe, deren Angehörige besonders als Schmarotzer von Pentatomiden bekannt sind. Die Art wurde als *Telenomus semistriatus* Nees bestimmt (Abb. 4). Sie ist bereits seit langem aus Zentralasien durch Vassiliev (4) als wirksamer *Eurygaster*-Eiparasit bekannt und im übrigen weit über die paläarktische und selbst über einen Teil der borealen Zone verbreitet.[2])

Abb. 4. *Telenomus semistriatus* Nees. ♀.

Die Parasitierung der *Eurygaster*-Gelege ist äußerlich an der eigenartigen Verfärbung der Wanzeneier leicht zu erkennen, welche von jener im normalen Entwicklungszustand auftretenden stark abweicht. Bei letzterem behalten die Eier während der gesamten Dauer der Embryonalentwicklung ihr mehr oder minder glasig durchscheinendes Aussehen und ihren grünen Grundfarbton bei. Lediglich während des letzten Entwicklungsabschnittes schimmert unter der Deckelpartie der Eier die Kopfkapselanlange und der Eizahn des Wanzenembryos deutlich hervor. Im Gegensatz hierzu sind die parasitierten Eier einheitlich opak und schwärzlich verfärbt. Schlupfreife parasitierte Eier sind schwarzblau und leicht bereift.

---

[1]) Det. Chr. Bollow, Berlin.

[2]) Dalla Torre (10).

Auch an den geschlüpften Gelegen von *Eurygaster* läßt sich ohne weiteres feststellen, ob sie normale Entwiklung durchlaufen hatten oder die Brutstätten für Parasiten bildeten: normal entwickelte und geschlüpfte Gelege sind glasig durchscheinend und farblos. Ihre Deckelpartie ist scharf kreisförmig abgesprengt und der Deckel, an dem sich noch der spitze Eizahn des Embryos befindet, hängt vielfach lose der übrigen Eihülle an. Die geschlüpften parasitierten Eier sind nach wie vor schwarzblau verfärbt. Das Schlupfloch, durch das die Wespen das Ei verlassen, ist vergleichsweise klein und unregelmäßig rundlich ausgerandet. Ein Absprengen des Deckels findet bei parasitierten Eiern nie statt. —

Für die Beurteilung der Bedeutung des Eiparasiten für die Bevölkerungsbewegungen der Wanze ist die Prozentzahl parasitierter *Eurygaster*-Eier ausschlaggebend. Die konsequente Durchführung entsprechender Felduntersuchungen im näheren Bereich der Ent. Station, mithin an ein und demselben Beobachtungsort, ergab folgende Zahlenverhältnisse:

am	21.	4.	unter	75	Eiern	von	*E. integriceps*	32	parasitierte	52	%
„	4.	5.	„	263	„	„	„	206	„	78,5	%
„	9.	5.	„	2889	„	„	„	2588	„	89,6	%
„	11.	5.	„	461	„	„	„	444	„	96,3	%
„	12.	5.	„	422	„	„	„	422	„	100	%
„	21.	5.	„	217	„	„	„	217	„	100	%

Weitere Untersuchungen unterblieben, da etwa von diesem Zeitpunkt ab die Eiablage der Wanze praktisch beendet war. Frische Eiablagen wurden späterhin nur noch ausnahmsweise gefunden.

Die rapide Zunahme der Parasitierungsprozente hängt mit der dreifachen Generationenfolge zusammen, die *T. semistriatus* Nees in Kilikien an *Eurygaster*-Eiern durchläuft. Ihre Bestimmung fußt auf Laboratoriumszuchten. Wegen des Überschneidens der Generationen ist sie im Felde nicht feststellbar.

Das Schlüpfen der ersten parasitierten Eier wurde im Freien am 7. Mai festgestellt. Am 9. Mai waren 5% der eingesammelten parasitierten Gelege von Wespen verlassen, am 12. Mai betrug dieser Prozentsatz 27,5%, am 21. Mai endlich 84,5%. Wird hierzu berücksichtigt, daß die Haupteiablage der Wanze in die erste Maihälfte fällt und sich in abgeschwächter Form bis in das letzte Drittel dieses Monats hinzieht, so erhellt, daß gerade der Hauptmasse der Wanzeneier ein Heer von Parasiten gegenübersteht. Dies erklärt die bis zu 100% ansteigende Parasitierung der *Eurygaster*-Eier gegen Abschluß der Legeperiode der Wanze.

Die mitgeteilte ständig wachsende Parasitierung, die an ein und demselben Beobachtungsort im Laufe von 4 Wochen von 52 auf 100% anstieg, zeigt, daß die Bedeutung von *T. semistriatus* Nees als Parasit der Wanze durch Angabe lediglich eines Parasitierungprozentsatzes nur unvollkommen gekennzeichnet wird. Wesentlich hierfür ist die Mitteilung, ob der Befund aus Anfang, Mitte oder Ende der Wanzenlegeperiode stammt. So ist eine 50 prozent. Parasitierung zu Beginn dieser Zeit anders zu beurteilen als eine solche von 50% zu Ende der Legeperiode. Dies ist ohne weiteres einzusehen und bedarf keiner besonderen Erläuterung.

Was das Verhalten des Parasiten im Felde anbetrifft, so ist eine Bevorzugung von *Eurygaster*-Eiern, die an verschiedenen Stellen der Weizenpflanze abgesetzt wurden, nicht zu bemerken: Sowohl auf der Unterseite wie auf der Oberseite der Blätter befindliche Gelege, ferner jene, die an den unteren, mittleren und oberen Partien der Pflanze abgesetzt sind, werden von den Parasiten gleichmäßig zur Unterbringung ihrer Brut benutzt. Die meist in Doppelreihen zu insgesamt 14 Stück auftretenden Eier von *Eurygaster* sind innerhalb eines Geleges in der Regel sämtlich parasitiert.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß *T. semistriatus* Nees einen biotischen Faktor vorstellt, der für die Einschränkung der Wanzenvermehrung erhebliche Bedeutung besitzen kann. Die Fortführung der Untersuchungen ergab jedoch, daß die Zehrwespe, um zu solch intensiver Entfaltung zu gelangen wie im oben geschilderten Fall, offenbar an das Vorhandensein einer hinreichenden Zahl von Nebenwirten gebunden ist, deren Eier sie zur Unterbringung ihrer Sommergenerationen benötigt.

So wurde die Anwesenheit von *T. semistriatus* als Parasit der Getreidewanzeneier im Laufe der Untersuchungen für verschiedene weit auseinanderliegende Orte Kilikiens festgestellt (Aptioğlu, Mihmandar, Havutlubucağı, Yerbaşi). Auch aus Inneranatolien (Eregli, Vil. Konya) und dem Pontischen Klimabezirk (Halkali, Vil. Stambul) ging mir von ihm parasitiertes *Eurygaster*-Eimaterial zu. Seine Verbreitung dürfte demnach innerhalb des Gebietes der heutigen Türkei allgemein sein, soweit er zusagende Existenzbedingungen findet. Indessen lag in all diesen Fällen der Parasitierungsgrad mit 5 bis 25% ganz erheblich unter den oben mitgeteilten Befunden aus der näheren Umgebung der Station. Für die Bevölkerungsbewegungen der Wanze in jenen Gebieten ist dieser Prozentsatz um so niederer zu bewerten, als der Zeitpunkt seiner Ermittlung jeweils auf den Ausgang der Legeperiode des Wirtes entfiel (vgl. S. 176).

Wie erklärt sich dieses abweichende Verhalten des Eiparasiten hinsichtlich der Stärke seines Auftretens an den verschiedenen Lokalitäten? Unter ökologischen Gesichtspunkten betrachtet war für die Weizenschläge der Stationsumgebung mit hochgradiger Eiparasitierung kennzeichnend, daß sie an umfangreiche, schon seit Jahren brachliegende Felder grenzten, die üppige Unkrautvegetation aufwiesen. Neben verschiedenen Umbelliferen und Compositen waren namentlich Distelgewächse unter ihrer Flora stark vertreten. Trotz der von Juni ab einsetzenden Dürreperiode steht diese teilweise bis zum August in Vegegetation. Derartige Verhältnisse gehören — was für die Beantwortung der Frage wesentlich ist — in den landwirtschaftlich genutzten Teilen Kilikiens zu den Seltenheiten.

Faunistisch ist bemerkenswert, daß die Brache dank ihrer lang anhaltenden Vegetation auch noch in den Sommermonaten ein verhältnismäßig reiches Insektenleben aufwies, unter dem Pentatomiden der Gattungen *Carpocoris*, *Eurydema* und anderer der Individuenzahl nach stark vertreten waren. Frisch abgelegte Wanzeneier dieser Arten wurden hier von

Juni bis Ende Juli festgestellt. Laboratoriumsversuche mit ihnen ergaben, daß *T. semistriatus* während der Sommermonate in *Carpocoris*-Eiern mindestens 4—5 weitere Generationen durchlaufen kann, während die Eier der *Eurydema*-Arten von ihm nicht belegt werden. Unter Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer des Parasiten, auf die weiter unten eingegangen werden wird, kann *T. semistriatus* in Kilikien theoretisch eine Folge von insgesamt ca. 16 Generationen im Jahre entwickeln. Für die ersten drei Generationen dieser Folge kommen hauptsächlich Eier von *E. integriceps* in Frage, während die übrigen Generationen — worauf die Versuche mit *Carpocoris*-Eiern hindeuten — auf Nebenwirte angewiesen sind. Offenbar stehen solche in der Biocönose verunkrauteter Brachfelder während der Sommermonate in hinreichender Menge zur Verfügung, während die nach dem Schnitt des Weizens im Juni und Juli völlig ausdorrenden Schläge bis zu Beginn der Winterregen eine äußerst arme und auch der Individuenzahl nach spärliche Insektenfauna beherbergen.

Bei solcher Sachlage muß damit gerechnet werden, daß *T. semistriatus* Nees. unter den biocönotischen Bedingungen verunkrauteter Brache in erheblich größerer Individuenzahl die Sommer-, Herbst- und Wintermonate überdauert als in den abgeernteten Weizenfeldern, wo ihm nur während der Frühjahrsmonate durch *Eurygaster*-Eier Brutstätten in hinreichender Zahl geboten sind.

Neben diesen biocönotischen Bedingungen können sich auch Unterschiede mikroklimatischer Art zwischen abgeernteten Weizenfeldern und verunkrauteter Brache in ähnlichem Sinne auswirken. An sich besitzen die Weibchen von *T. semistriatus* Nees, wenn ihnen keine Gelegenheit zur Ablage ihrer Eier geboten ist, verhältnismäßig lange Lebensdauer. Ich selbst beobachtete unter Laboratoriumsbedingungen bei Fütterung mit Zuckerwasser an 30 Wespen eine solche von über 7 Wochen. Da dieser Versuch durch eindringende Ameisen ein gewaltsames Ende gefunden hat, dürfte sie wohl noch erheblich länger sein. In der Tat hat Vassiliev (4) bei seinen Untersuchen unter ähnlichen Bedingungen sogar einjährige Lebensdauer festgestellt. Die Wespen hielten sich im übrigen während meines Versuches mit Vorliebe in den Hohlräumen ihnen gebotener Strohhalmstücke auf, die sie namentlich bei Dunkelheit nie verließen. Da ähnliche Versteckplätze in freier Natur in der Weizenstoppel reichlich zur Verfügung stehen, wäre bei der langen Lebensdauer der Wespen ihr Überleben bis zum folgenden Frühjahr in den Stoppelfeldern vorstellbar, vorausgesetzt, daß diese nicht gepflügt werden.

Indessen erreichen die Temperaturen in den obersten Boden- und tiefsten Luftschichten abgeernteter Felder von Juli bis zum September Werte, die zwischen 50—60° C liegen. Wie Laboratoriumsbeobachtungen zeigten, sind solche für Wespen tödlich, und so ist auch aus mikroklimatischen Gründen während des Sommers mit einer starken Dezimierung der *Telenomus*-Population in den abgeernteten Feldern zu rechnen. Ent-

sprechende Temperaturmessungen aus der verunkrauteten Brache fehlen. Solche, die an anderen vergleichbaren Orten vorgenommen wurden, machen es aber wahrscheinlich, daß sie hier das Maximum der allgemeinen sommerlichen Schattentemperaturen von 43—45° C nicht wesentlich überschreiten.

Nach alledem muß angenommen werden, daß Weizenfelder, die an verunkrautete Brache grenzen, schon zu Beginn der Legeperiode von *E. integriceps* über eine relativ große Ausgangsdichte der Parasitenbevölkerung verfügen, wodurch der Massenvermehrung der letzteren und damit gleichzeitig der Verminderung der *Eurygaster*-Nachkommenschaft bedeutender Vorschub geleistet wird. Die uneingeschränkte Wirksamkeit des Eiparasiten dürfte hiernach nur lokal unter besonderen biocönotischen Bedingungen in Erscheinung treten, wie sie im näheren Beobachtungsgebiet der Station realisiert waren, im landwirtschaftlich genutzten Teile Kilikiens aber im allgemeinen fehlen. —

Zuchtversuche und Generationenzahl: Die künstliche Zucht des Eiparasiten bereitet keinerlei Schwierigkeit. Sie ist auch in großem Maßstabe durchführbar. Die dabei einzuschlagende Methode entspricht vollkommen jener wie sie zur Zucht anderweitiger Eiparasiten bereits verwendet wurde.[1]) Auf ihre Mitteilung kann daher verzichtet werden.

T. semistriatus Nees ist polyphag. Frisches, 1—3 Tage altes Eimaterial von *Eurygaster integriceps* Put. wird sofort und zwar erfolgreich belegt; ebenso solches von *Carpocoris*-Arten und wohl auch jenes anderer Pentatomiden. Frische Eier von *Eurydema* blieben indessen unbeachtet. Bei älteren Wirtseiern gelingt die Parasitierung nicht, oder doch nur bei einem geringen Bruchteil: So lieferten 12 Tage alte *Eurygaster*-Eier, die bei der herrschenden Temperatur etwa ihre halbe Entwicklung durchlaufen hatten, sämtlich normale Wanzenlarven.

Eine längere Präovipositionsperiode besteht nicht. Die Wirtseier können schon am Tage des Schlüpfens der Wespen belegt werden. Wenige Minuten, nachdem sie diesen vorgesetzt sind, beginnt das Einstechen des Legebohrers und der Legeakt. Letzterer währte bei Temperaturen von 23° C $2^1/_2$ Minuten. Die ursprünglich hellgrün und glasig durchscheinenden *Eurygaster*eier verfärben sich — soweit sie parasitiert sind — in der Folgezeit von rötlich über bräunlich bis ins schwärzliche. Letzterer Farbton wird erreicht, wenn der Parasit ungefähr $^1/_3$ seiner Gesamtentwicklungsdauer bei der herrschenden Temperatur durchlaufen hat. Wenige Tage vor dem Schlüpfen der Wespen erscheinen die Eier tief blauschwarz und leicht bereift.

Was die Gesamtentwicklungsdauer des Parasiten angeht, so ist sie weitgehend temperaturgebunden. Bei Laboratoriumstemperaturen von 18 bis 20° C währte sie 30—34 Tage, bei solchen von 23° C im Mittel

[1]) Vgl. Hase (11) u. a.

16 Tage, bei 25° C 12—14 Tage, bei Durchschnittstemperaturen von 28° C endlich 10 Tage. Demgegenüber benötigen die Eier des Wirtstieres *(E. integriceps)* bei 18—20° C eine Zeitspanne von rund 19 Tagen, und bei 23—25° C eine solche von 7 Tagen zu ihrer Entwicklung.

Werden hiernach die Werte der Entwicklungsdauerindices[1]) bestimmt, so erhält man auf graphischem Wege als unteren Temperaturschwellenwert der Entwicklung („Entwicklungsnullpunkt")[2]) annähernd $t_0 = 15{,}5°C$. Unter Berücksichtigung der Bluncksehen Formel ergibt dies eine Thermalkonstante von $k = 123$. Die entsprechenden Werte für das Wirtsei *(E. integriceps)* lassen sich annähernd mit $t_0 = 15{,}8°$ C und $k = 65$ bestimmen. Bluncks Formel zur Bestimmung der Entwicklungsdauerabhängigkeit von der Temperatur würde demnach in grober Annäherung lauten, für *Telenomus semistriatus* Nees:[3])

$$T(t - 15{,}5) = 123$$

für die Eier des Wirtstieres *E. integriceps* Put:

$$T(t - 15{,}8) = 65,$$

worin T die Zeit und t die herrschende Temperatur in °C vorstellt.

Anschaulich sind diese Hyperbeln für Parasit und Wirtsei im Diagramm Abb. 5 dargestellt. Ihnen ist zu entnehmen, daß die Entwicklungsdauer des Parasiten stets länger währt als die des Wirtseies. Auch zeigen sie, daß diese Zeitunterschiede sich mit sinkender Temperatur vergrößern und die Entwicklung beider annähernd bei ein- und derselben Temperatur zum „Stillstand" kommt. Letzteres läßt schließen, daß Parasit und Wirt im Freien fast gleichzeitig im Jahr mit ihrer Entwicklung beginnen müssen und zwar bei Berücksichtigung der Monatsmitteltemperaturen von Kilikien[4]) gegen Anfang April. Diese theoretische Forderung steht in bester Übereinstimmung mit den empirischen Beobachtungen zur Phänologie von Parasit und Wirt.

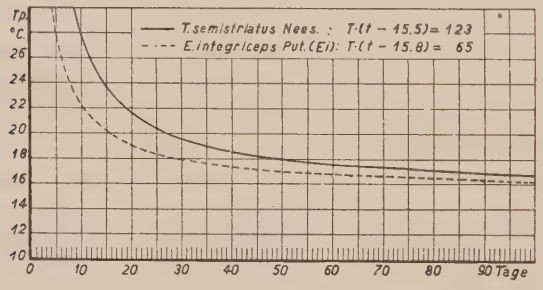


Abb. 5. Entwicklungsdauerhyperbel von *Telenomus semistriatus* Nees. und den Eiern von *E. integriceps* Put.

[1]) Vgl. Shelford (12), Uvarov (13).

[2]) Genau genommen handelt es sich hierbei um den α-Wert Shelfords (12).

[3]) Der relativ hohe Wert der unteren Temperaturentwicklungsschwelle mit 15,5° C ist für *Telenomus semistriatus* Nees. als für eine Art die auch in der borealen Zone verbreitet ist (vgl. Dalla Torre [10]) sehr bemerkenswert. Material nördlicher Herkunft dürfte voraussichtlich tiefere Werte für diesen Temperaturschwellenwert ergeben. Die Klärung der Frage auf experimentellem Wege verspricht interessante Ergebnisse.

[4]) Siehe Zwölfer (1).

Hinsichtlich der Generationenzahl des Parasiten konnte durch fortlaufende Zuchten ermittelt werden, daß er in Kilikien drei Generationen in den Eiern von *E. integriceps* durchläuft. Die theoretische Bestimmung nach der erstmals von Bodenheimer (14) angegebenen Methode unter Verwendung der Monatsmitteltemperaturen und der Entwicklungsdauerformel für den Parasiten führt ebenfalls auf den Wert von 3 Generationen und stimmt damit aufs beste mit der empirischen Ermittlung überein.

Bei einem Wert für $t_0 = 15{,}5$ steht als „Wärmesumme" für Adana in der Zeit von 1. April bis 15. Juni — in welcher die Entwicklung des *Telenomus* in *Eurygaster*-Eiern sich abspielt — der Wert 360 zur Verfügung. Durch die Thermalkonstante $k = 123$ dividiert, führt dies auf rund 3 Generationen.

Bis zum 8. August, zu welchem Zeitpunkt die Fortführung der Parasitenzucht aus technischen Gründen abgebrochen werden mußte, gelang es insgesamt 7 – 8 Generationen unter Verwendung von *Carpocoris*eiern fortlaufend zu züchten. Bodenheimers Methode der theoretischen Ermittlung der Generationenzahl führt bis zum genannten Datum auf 8 Generationen — ein Ergebnis, das wiederum in guter Übereinstimmung mit den empirisch gefundenen Resultaten steht.

Zur Bestimmung der im Ablauf eines vollen Jahres unter kilikischen Verhältnissen möglichen Generationenzahl steht — da empirische Daten hierfür fehlen — nur der theoretische Weg zur Verfügung. In entsprechender Weise wie oben berechnet, läßt er auf eine Folge von insgesamt 16 Generationen des Parasiten schließen, die sich in dem Zeitraum von April bis November einschließlich abspielen. Im Hinblick auf die gute Übereinstimmung der empirischen und theoretischen Ergebnisse in den oben genannten Fällen, dürfte auch dieser Generationenzahl größte Wahrscheinlichkeit zukommen. Für die Monate Dezember bis März ist in Kilikien mit einer Latenzperiode des Parasiten zu rechnen. In welchem Stadium er sie überdauert, steht nicht fest. Zufolge der Erfahrungen bei seiner künstlichen Zucht ist anzunehmen, daß er sie sowohl im freien Imaginalstadium, wie auch im Inneren des parasitierten Wirtseies verbringen kann.

Bezüglich der Lebensdauer von *T. semistriatus* Nees ist bereits auf die Langlebigkeit der Tiere bei gänzlichem Mangel einer Legemöglichkeit hingewiesen worden. Ganz anderes liegen die Verhältnisse, wenn solche in ausreichendem Umfange geboten wird. Die Lebensdauer der Wespen beträgt unter diesen Umständen nur 3—5 Tage (bei Temperaturen von 23—25° C). Ebenso liegen die Dinge, wenn die Wespen zunächst längere Zeit lebten, ohne daß ihnen die Möglichkeit der Ausübung ihres Fortpflanzungsgeschäftes geboten war: vom Beginn des letzteren an gerechnet währte sie nur noch rund 5 Tage (Temperatur: 23—25° C). Die große Bedeutung dieser Lebensdauerverhältnisse für die Erhaltung und Ausbreitung der Art ist evident und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Was das Geschlechtsverhältnis von *T. semistriatus* Nees anbetrifft, so sind die Weibchen stets in der Mehrzahl vorhanden. Dies gilt sowohl für Freilandmaterial, wie auch für das im Laboratorium gezüchtete. Unter 37 Tieren fanden sich beispielsweise 7 ♂♂ und 30 ♀♀, was einem relativen Sexualindex[1]) von 0,78 entspricht.

5 Weibchen, denen frisches Eimaterial von *E. integriceps* in hinreichender Menge vorgesetzt wurde, lieferten bei Temperaturen von 26 bis 28° C 150 Nachkommen. Aus jedem Wirtsei entwickelte sich in allen beobachteten Fällen nur eine Wespe. Unter der Voraussetzung, daß die Zahl der geschlüpften Wespen der Anzahl von den Muttertieren abgelegter Eier entspricht, würde demnach die relative Durchschnittszahl gezeugter Nachkommen je Weibchen mit 30 anzusetzen sein. Wird obiger Sexualindex berücksichtigt, so stellt sich damit das relative Entwicklungspotential (für eine Generation) auf den Wert $\varepsilon = 0{,}78 \,.\, 30 = 23{,}4$. In den drei Generationen, die der Parasit unter kilikischen Verhältnissen in *Eurygaster*-eiern durchläuft, könnte mithin die Nachkommenschaft einer einzigen zu Beginn der Wanzenlegeperiode vorhandenen Zehrwespe im Gesamtablauf dieser Periode auf den Wert $\varepsilon^3 = 23{,}4^3 = \mathbf{12813}$ Individuen anwachsen, — eine hinreichende Menge von Wirtseimaterial und sonstige optimale Bedingungen vorausgesetzt. Sie würden eine entsprechende Anzahl von *Eurygaster*-Eiern vernichten. Natürlich besitzt diese Zahl, die in Wirklichkeit wohl kaum je erreicht wird, nur theoretischen Wert: Sie läßt erkennen, welche Potenzen der Parasit unter günstigen Bedingungen entfalten kann.

Erwähnt sei noch in diesem Zusammenhang, daß Vassiliev (3) die Nachkommenschaft eines Weibchens von *T. semistriatus* Nees mit 50 Individuen beziffert, was einem erheblich höheren relativen Entwicklungspotential als dem oben genannten entsprechen würde.

Verwendbarkeit im *Eurygaster*-Kampf: Bei solcher Sachlage ist die Frage nach der praktischen Verwendbarkeit von *Telenomus semistriatus* Nees im Kampfe gegen die Getreidewanze sehr naheliegend. Sie ist um so berechtigter, als Vassiliev (4) mit diesem und anderen Eiparasiten in Südrußland bereits beachtliche Erfolge im Kampfe gegen *Eurygaster* erzielte.

Der von der Natur selbst gewiesene Weg ist hierfür nicht gangbar. Er würde letzten Endes auf eine Förderung der Unkrautvegetation hinauslaufen — eine Maßnahme, die in ihrer weiteren Auswirkung mehr Schaden als Nutzen stiften dürfte. Die Sympathieen praktischer Landwirte würde sie sich — und dies mit vollem Recht — niemals erobern.

Auch der von Vassiliev eingeschlagene Weg — er überführte Parasitenmaterial in großen Mengen aus Zentralasien nach Südrußland —

[1]) Vgl. Zwölfer (9).

kommt für kilikische Verhältnisse nicht in Betracht. Entscheidend für das Gelingen seines Versuches war der Umstand, daß die Legeperiode der Wanze in Südrußland zeitlich ungefähr an jene in Zentralasien anschließt. Im ersteren Gebiet fällt sie auf den Sommer, im letzteren in die Frühjahrsmonate April und Mai. Die Massenvermehrung, die die Eiparasiten im zentralasiatischen Gebiet zu Ende der dortigen Wanzenlegeperiode schließlich lokal erreichten, erleichterte zunächst die Beschaffung großer Parasitenmengen. Deren Überführung nach Südrußland fiel hier in den Beginn der Wanzenlegeperiode und damit war die Möglichkeit gegeben, in diesem Gebiet die zur erfolgreichen Bekämpfung erforderlichen Parasitenmengen rechtzeitig auszusetzen. Anderes in Kilikien: Hier fällt die Legeperiode von *Eurygaster* zeitlich ungefähr mit jener in Zentralasien zusammen.[1]) Die rechtzeitige Beschaffung der erforderlichen großen Parasitenquanten aus dem letzteren Gebiet wäre demnach unmöglich, wenn auch ihre Überführung heutzutage unter Zuhilfenahme des Flugzeuges selbst über größere Distanzen ohne weiteres durchführbar und erheblich einfacher ist als zu den Zeiten des Vassilievschen Versuches.

Das Gesagte gilt in gleicher Weise für Syrien und die Befallsgebiete an der persisch-arabischen Grenze.[2]) Gangbar dagegen wäre dieser Weg voraussichtlich — sofern die politischen Verhältnisse es gestatten — zur biologischen Bekämpfung von *Eurygaster* in seinen ungarischen Befallsgebieten.

So bleibt als einzige Möglichkeit der praktischen Verwendung von *T. semistriatus* Nees unter kilikischen Verhältnissen die künstliche Großzucht, Übersommerung und Überwinterung des Parasiten in Speziallaboratorien, sowie im Frühjahr sein rechtzeitiges Aussetzen in hinreichender Anzahl in den bedrohten Feldern, was besondere Einrichtungen (Kühlräume usw.) und geschultes Personal voraussetzt. Ein entsprechendes Gutachten wurde seinerzeit auf Wunsch des Wirtschaftsministeriums in Angora ausgearbeitet. Ohne im einzelnen auf seinen Inhalt einzugehen — der nur technisches Interesse beansprucht — sei hier bloß erwähnt, daß nach einer überschlagsweisen Berechnung, die rein örtliche Gültigkeit hat, die Kosten einer derartigen Bekämpfung je Hektar sich auf mindestens 5,— Ltq., (= 10,— Rm.) stellen würden. Im Interesse eines sicheren Erfolges wurde die Kalkulation sehr scharf geführt, und mit einer „Aussaat" des Parasitenmaterials je Hektar gerechnet, welche die theoretisch erforderliche um das fünfhundertfache übertrifft.

Setzt man den durchschnittlichen Weizenertrag für Kilikien mit 2000 kg je Hektar an,[3]) und den Verkaufswert pro Kilogramm mit

---

[1]) Näheres in Zwölfer (1).

[2]) Hibrauois (7) Vorschläge zu einer biologischen Bekämpfung von *E. integriceps* Put. in Syrien, die sich im wesentlichen an die von Vassiliev (4) eingeschlagene Taktik anlehnen, sind wenig erfolgversprechend, da sie die angedeuteten phänologischen Verhältnisse gänzlich unberücksichtigt lassen.

[3]) Nach freundlicher Mitteilung von Dr. Marcus.

0,12 Ltq.[1]) so würde sich eine Rentabilität der biologischen Bekämpfung in jenen Gegenden Kilikiens ergeben, in welchen der Wanzenschaden in Geldwert ausgedrückt mehr als 2% beträgt. Trotz dieses scheinbar günstigen Rentabilitätsverhältnisses ist der angedeutete Weg einer praktischen Verwertung des Eiparasiten für Kilikien nicht zu empfehlen! Er käme allenfalls für Dauerschadgebiete von *Eurygaster* in Frage, wo die zu schaffenden Einrichtungen in ständiger Benutzung bleiben. Für ein Massenwechselgebiet hingegen, wie es in Kilikien vorliegt, in dem sich die Wanzenschäden mit Unterbrechungen von einem oder mehreren Dezennien zu folgen scheinen[2]), ist die Finanzierung des Aufbaues und der dauernden Unterhaltung derartiger Einrichtungen nur dann zu verantworten, wenn sie gleichzeitig noch anderen Zwecken dienen können. —

Phasia crassipennis F.[3]) (Abb. 6). Die Tachine ist bereits in der russischen *Eurygaster*-Literatur aus den innerasiatischen und südrussischen Befallsgebieten als Parasit der Getreidewanze erwähnt, wie denn auch ihr allgemeines Verbreitungsgebiet nach Baer (15) einen großen Teil der paläarktischen Zone umfaßt. Auch innerhalb der heutigen Türkei dürfte sie allgemein verbreitet sein, soweit sie zusagende Existenzbedingungen findet. So wurde sie aus kilikischem *Eurygaster*-Material, aus solchem von Kilis an der syrischen Grenze und von Halkali (Vil. Stambul, Europ. Türkei) gezogen.

Über die Häufigkeit ihres Auftretens in Kleinasien als *Eurygaster*-parasit stehen nur Daten aus Kilikien zur Verfügung: Wirtsmaterial dieser Herkunft beherbergte sie in einem Zahlenverhältnis von 5%, 7% und 12% jeweils unter Proben von 100—150 Wirtstieren.

Die Bionomie von *Phasia crassipennis* F. unter kilikischen Verhältnissen konnte nur unvollständig geklärt werden. Die erwachsenen Parasitenlarven verlassen hier ihre Wirtstiere von Mitte April bis Mitte Mai. Stets konnten sie nur aus vorjährigen Adultis von *E. integriceps* gezogen werden, denen sie ohne besondere Ausbohrlöcher durch die Analöffnung entschlüpfen (Abb. 7). Jedes Wirtsindividuum enthält nur eine Parasitenlarve. Die Wirtstiere sterben meist bald nach dem Ausschlüpfen der Tachinenlarven ab. Letztere dringen in die oberflächlichen Schichten des Erdbodens ein, wo sie alsbald ihre Tönnchenpuppe ausbilden.

Soweit es sich beim Wirt um parasitierte weibliche Tiere von *E. integriceps* handelt, besitzen sie zwar noch die Fähigkeit zur Kopula, doch ist die von ihnen abgelegte Gesamteizahl (10—20 Stück) mit der Eizahl

---

[1]) Im Mittel der Börsenpreise für 1929 von Adana. Bei den durch die derzeitige Wirtschaftskrise bedingten türkischen Weizenpreisen, die örtlich 0,015 Ltq. je kg erreichten, dürfte jegliche Schädlingsbekämpfung unrentabel sein.

[2]) Nach Hibrauoi (6) liegen ähnliche Verhältnisse im syrischen Massenwechselgebiet von *Eurygaster* vor.

[3]) Det. Dr. Engel, München.

gesunder, unter denselben Ernährungsbedingungen lebender Weibchen verglichen (160—180 Stück) sehr gering. Auch waren in meinen Zuchten die wenigen von parasitierten Weibchen abgelegten Eier teils überhaupt nicht, teils nur zu einem kleinen Teil entwicklungsfähig.

Das Tönnchenstadium der Tachine währt 8—10 Tage (bei 23—25° C). Von Mitte Mai ab beginnt die Imago von *Phasia crassipennis* F. zu schlüpfen und in den Weizenfeldern zu schwärmen. Um diese Zeit treten dort neben den zahlenmäßig stark zurückgegangenen Altwanzen Larven von *E. integriceps* vom ersten bis zum vierten Stadium auf, weshalb zu vermuten ist, daß die Eiablage der Tachine an diesen erfolgt. Da späterhin während

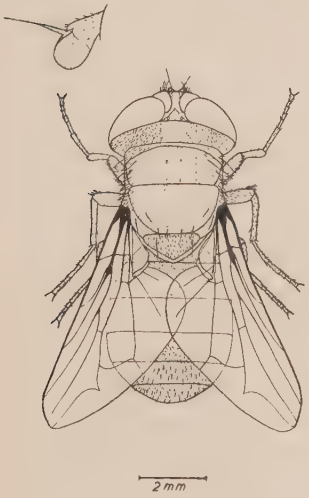


Abb. 6. *Phasia crassipennis* F. Links oben Antenne (stärker vergrößert).

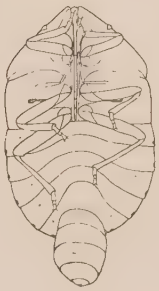


Abb. 7. Larve von *Ph. crassipennis* F. beim Verlassen des Wirtstieres (*E. integriceps* Put.) durch die Analöffnung.

Abb. 8. *Heteropogon ornatipes* Loew. Links oben Antenne (stärker vergrößert).

des Sommers aus den flüggen Jungwanzen keine Tachinenlarven auskamen ist anzunehmen, daß die Art in Kilikien nur eine Generation besitzt, und daß ihre Larve im Inneren des Wirtstieres mit diesem übersommert und überwintert. Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht die Beobachtung, daß einigen Altwanzen die anfangs April unmittelbar nach ihrem Frühjahrsrückflug gesammelt und isoliert wurden, Ende April bis Anfang Mai Larven von *Phasia crassipennis* F. entschlüpften.

Die Angaben russischer Autoren weichen von diesen Feststellungen insofern ab, als für Südrußland die Eiablage der Tachine an die Imago von *E. integriceps* angegeben wird. Auch werden für jenes Gebiet zwei Generationen genannt, von denen nur eine auf *Eurygaster*, die andere hingegen auf anderen Pentatomiden schmarotzen soll. —

Im Hinblick auf die erwähnten Parasitierungsprozente scheint das Vorkommen der Tachine unter kilikischen Verhältnissen für die Bevölkerungs-

bewegungen der Getreidewanze von untergeordneter Bedeutung. Immerhin ist es möglich, daß sie in diesem Gebiet erst beim Zusammenbruch einer *Eurygaster*-Kalamität eine Rolle spielt. —

Clytiomyia helluo F.[1]): Eine Tachinenart, die erstmals als Parasit von *E. integriceps* Put. zur Beobachtung gelangt ist. Aus dem kilikischen Material wurde sie nur in zwei Exemplaren gezogen.

Heteropogon ornatipes Loew.[1]) (Abb. 8). Diese Asilide war durch ihren schwerfälligen Flug eine in den von Wanzen heimgesuchten Feldern stellenweise auffallende Erscheinung. Sie ergreift die an den Ähren saugenden Wanzen, schleppt sie zum Teil auch im Fluge fort, um sich mit ihrer Beute an anderen Orten niederzulassen. Zum Verzehren derselben wird das große, sämtliche Abdominalsegmente bedeckende Scutellum von *Eurygaster* emporgehoben, worauf die Raubfliege ihren Rüssel in das dorsalwärts weichhäutige Abdomen versenkt.

In größerer Anzahl gelangte sie nur in der Umgebung von Ceyhan und bei Mihmandar zur Beobachtung, ohne allerdings selbst hier einen merkbaren Einfluß auf die Dichte der Wanzenbevölkerung auszuüben.

Anderweitige Feinde[2]**):** Wiederholt wurden bei den Felduntersuchungen durch Raubinsekten ausgefressene *Eurygaster*-Eier teils vereinzelt, teils gelegeweise angetroffen, ohne daß es möglich war, den Täter einwandfrei zu ermitteln. Der Prozentsatz derartig vernichteter Wanzeneier lag zwischen 1—3,5 %. Wahrscheinlich kommt hierfür eine rote Samtmilbenart (*Trombidium* spec.?) in Frage, die in einem Fall bei der Vernichtung eines Wanzeneies beobachtet werden konnte.

Als Feind von Larve und Imago sind nach eigenen Wahrnehmungen Störche anzusprechen, die sich im Frühjahr beim Durchzug in den befallenen Weizenfeldern gern niederlassen. Nennenswerte Bedeutung für die Wanzenverminderung besitzen sie nicht. Nach Angaben türkischer Gewährsleute sollen auch Schwalben beim Vertilgen von Wanzen bemerkt worden sein.

Bei Untersuchungen im Winterlager der Wanzen, die Mitte März kurz vor ihrem Frühjahrsrückflug vorgenommen wurden, konnten neben 75 in Kältestarre befindlichen Tieren auch Skeletteile von 23 weiteren Individuen gefunden werden. Wahrscheinlich sind diese im Laufe der Überwinterung durch Myriopoden (Scolopenderarten) vernichtet worden, die sich am fraglichen Orte in Anzahl vorfanden. —

---

[1]) Det. Dr. Engel, München.

[2]) Pilzkrankheiten von *E. integriceps*, wie sie Hibrauoi (6) aus Syrien beschreibt, ebenso anderweitige Infektionskrankheiten gelangten in Kilikien nicht zur Beobachtung.

Literatur.[1])

1. Zwölfer, W., Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens I. Untersuchungen zur Epidemiologie der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. Zeitschr. ang. Ent. 17, 1930, S. 227—252.
2. Martini, E., Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Z. ang. Ent. 18, 1931. S. 440—459.
3. Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen II. In: Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. 5. Berlin 1928—1932.
4. Vassiliev, J. V., *Eurygaster integriceps* Put. and new methods of fighting it by the aid of parasites. 3 Ed. St. Petersburg 1913. (Org. russisch.) Nach Ref. Rev. appl. Ent. Ser. A.
5. Adle, A. H., Le „Sen" en Perse. In: Le „Souné" ou „Sen" *(Eurygaster integriceps)* et ses dégâts en Syrie et en Perse. — Inst. int. d'Agr. Rome 1927, S. 36—46.
6. Achard, E , Le „Souné" dans l'Etat de Syrie. Ebenda S. 1—35.
7. Hibrauoi, M., Contribution à l'étude biologique et systematique de *Eurygaster integriceps* Put. en Syrie. Rev. Path. vég. Ent. agr. 17, 1930, S. 97—160.
8. Weber, H., Biologie der Hemipteren. Biol. Studienbücher Bd. XI. Berlin 1930.
9. Zwölfer, W., Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten. Zeitschr. ang. Ent. 19, 1932, S. 1—21.
10. Dalla Torre, C. G. de, Catalogus Hymenopterorum Vol. V. Leipzig 1898.
11. Hase, A., Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. Arb. Biol. Reichsanst. 14, 1925.
12. Shelford, V. E., Laboratory and field ecology. — London 1929.
13. Uvarov, B. P., Insects and Climate. Transactions ent. Soc. London Vol. 79. London 1931.
14. Bodenheimer, F. S., Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. ang. Ent. 12, 1927, S. 91—122.
15. Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Ihre Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und systematische Kennzeichnung. Zeitschr. ang. Ent. 16 und 17, 1920 und 1921.

---

[1]) Nach Abschluß der Korrektur erhielt ich durch freundliche Vermittlung des Herrn G. A. Manninger Kenntnis von einigen vor kurzem erschienenen Veröffentlichungen, die hier nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Sie befassen sich sämtlich vom müllereitechnischen Standpunkt aus mit der Frage der Verminderung der Kleberqualität und der Backfähigkeit des Mehles aus „Wanzenweizen" und gelangen zu Ergebnissen, die ganz im Sinne der S. 167 dieser Arbeit hierzu gemachten Bemerkung liegen. (Berliner, E., Der „Leimkleber" eine Gefahr für die Müllerei, in: Das Mühlenlaboratorium, Beilage zur Wochenschrift „Die Mühle" Nr. 1, S. 1, Leipzig 1931; Kranz, W., „Über Vorkommen und Eigenschaften von Leimkleberweizen", ebenda Nr. 3, S. 17—19, 1931; Berliner, E., „Leimkleberweizen" ist „Wanzenweizen", ebenda Nr. 4, S. 25—26, 1931; Tibor, Istv., A búzapoloska kártételének minöségromboló hatása, in: Mezögazdasági Kutatások, 5. Jahrg., Budapest 1932, S. 13—30. (Mit deutscher Zusammenfassung.)

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von Lophyrus pini L.

Von

Grigore Eliescu.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

(Mit 15 Abbildungen.)

II. Teil.

Das Einspinnen der Larven.

1—2 Tage nach der letzten Häutung beginnt die Larve des letzten Freßstadiums mit dem Spinnen des Kokons. Die Sommergeneration sucht sich bekanntlich dazu Zweige, Triebe und Nadeln, während die Herbstgeneration ihren Kokon in der Bodenstreu verbirgt. Auch bei meinen Zuchten konnte ich dies feststellen; jedoch war zu beobachten, daß verschiedene Larven der Sommergeneration in den Zuchtkästen die Kokons nicht an die Triebe usw. angesponnen hatten, sondern sie meist an den Boden des Kastens, manchmal in einer Ecke desselben anhefteten. Diese Tatsache war stets dann festzustellen, wenn die Larven schon während der Zucht etwas kränklich erschienen; ein großer Teil war auch in dieser Zeit gestorben. Die übrigen verpuppten sich dann stets am Boden, oft in großen Klumpen beisammen. Bei Zuchten mit augenscheinlich gesunden Larven konnte dies hingegen nicht beobachtet werden und wenn es wirklich einmal vorkam, daß sich Larven am Boden eingesponnen hatten, so lagen die Kokons getrennt, aber niemals in Klumpen beisammen.

Um die Zeitdauer des Einspinnens festzustellen, habe ich zahlreiche Beobachtungen gemacht, bei denen 2 Reihen von Larven verwendet wurden, die vom Forstamt Neschwitz (Sachsen) am 11. und 12. Juli 1929 eingeschickt wurden. In der Reihe F_1 dauerte das Einspinnen vom 11. bis 21. Juli, das sind 11 Tage, in der Reihe F_2 vom 12.—29. Juli, das sind 18 Tage. Dieser Zeitunterschied ist wohl dadurch entstanden, daß wir in der Reihe F_1 nur 151 Larven hatten, während die Reihe F_2 518 Larven enthielt. Aus dieser Beobachtung ist wohl zu schließen, daß das Maximum der Einspinndauer bei ca. 20 Tagen liegt.

Die Diagramme F_1 und F_2 (Abb. 21) sollen das Einspinnen der „männlichen" Larven im Verhältnis zu den weiblichen zeigen. In jedem Diagramm sehen wir 2 Kurven, von denen die eine die Zahl der männlichen, die andere die Zahl der weiblichen Kokons darstellt. Abgesehen von kleinen Unregelmäßigkeiten ergeben diese Kurven das Bild der Verteilungskurve der Wahrscheinlichkeitsrechnung, auch wenn die Symmetrie etwas gestört ist, da die 2. Hälfte der Kurve sich etwas in die Länge zieht gegenüber der 1. Hälfte. Klar ist aus dem Diagramm auch zu sehen, daß die männliche Kurve stets vor der weiblichen liegt, so daß sie sich an einem Punkt schneiden. Das Tagesmaximum liegt bei den Männchen jedoch nicht stets vor dem des Weibchens; wie das Diagramm F_2 zeigt, kann dasselbe auch an einem Tage zusammentreffen.

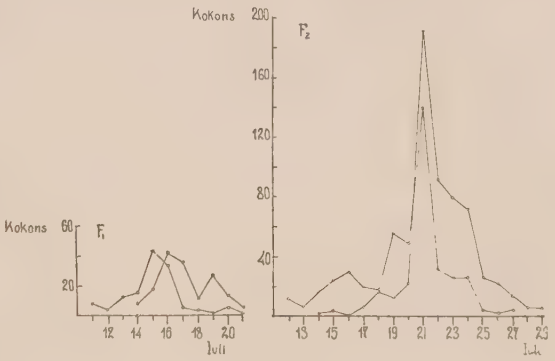


Abb. 21.

Daß die männliche Kurve stets vor der weiblichen liegt, ist noch deutlicher aus dem Diagramm f_1 und f_2 (Abb. 22) zu sehen. Diese Kurven zeigen das Additionsergebnis der täglich anfallenden Kokons. Die Form dieser Kurven gleicht einer logarithmischen S-Kurve. Auch bei diesen Kurven sehen wir, daß sie sich an einem Punkt treffen; dieser entspricht dem Tag, wo die männlichen und weiblichen Kokons an Zahl gleich sind. Dieser Moment ist z. B. bei dem Diagramm f_2 am 10. Tag gegeben. Je weniger Männchen vorhanden sind, desto früher schneiden sich die beiden Kurven. Ein solcher Fall, wo die Weibchen stark in der Überzahl sind, zeigt das Diagramm W und P (Abb. 23). Das Diagramm W gilt für das Schlüpfen der Wespen und P für das der Puppen.

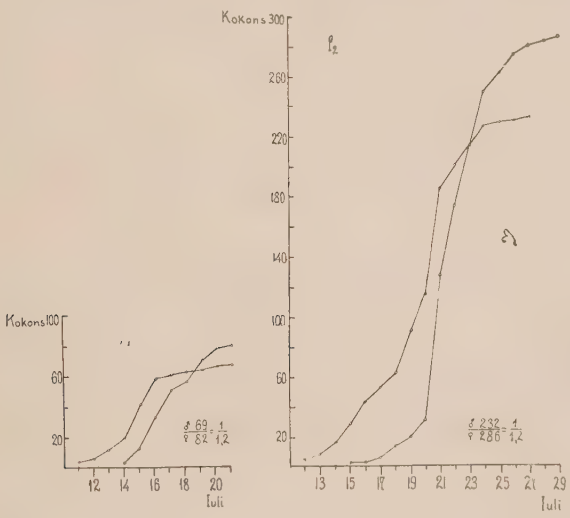


Abb. 22.

Der Kokon.

De Geer, Müller und Ratzeburg geben ziemlich genaue Beschreibungen des Kokons. Da diese Beschreibungen schon etwas veraltet sind, möchte ich im folgenden den Kokon eingehender behandeln.

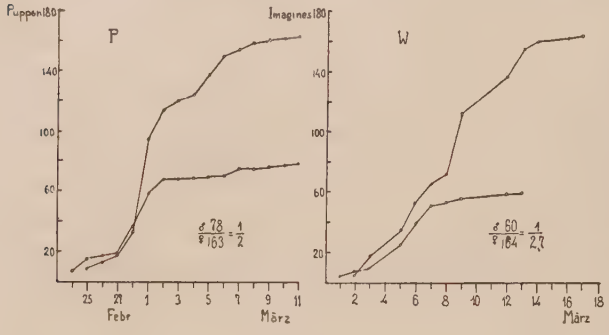


Abb. 23.

Die Form des Kokons ist zylindrisch, an beiden Enden abgerundet. Die Größe ist sehr variabel, je nach der Größe der Larven. Ein Größenunterschied besteht auch noch zwischen den Geschlechtern. So sind die Kokons der Weibchen stets größer als die der Männchen, da, wie wir gesehen haben, die Weibchen auch ein Larvenstadium mehr haben. In der Tabelle XII gebe ich die Maße einer größeren Anzahl von Kokons an. Wir sehen daraus, daß die kleinsten weiblichen Kokons eine Länge von 8 mm und die größten eine solche von 12 mm aufweisen, bei den männlichen Kokons dagegen waren die Maße 6—9½ mm.

Tabelle XII.

Sammelort der Kokons	Zahl der Kokons nach der Größe in mm											
	Länge											
	6 bis 6.5	6.5 bis 7	7 bis 7,5	7,5 bis 8	8 bis 8,5	8,5 bis 9	9 bis 9,5	9,5 bis 10	10 bis 10,5	10,5 bis 11	11 bis 11,5	11,5 bis 12
	Breite											
	2,8	3,4	3,8	4	4,2	4,4	4.6	5	5.2	5,3	5,4	5,6
Eberswalde	1 ♂	24 ♂	40 ♂	35 ♂	13 ♂ 26 ♀	72 ♀	103 ♀	37 ♀	10 ♀	1 ♀	1 ♀	—
Neschwitz	—	—	14 ♂	63 ♂	93 ♂	55 ♂ 1 ♀	7 ♂ 16 ♀	59 ♀	128 ♀	67 ♀	13 ♀	2 ♀
Ottendorf-Okrilla	—	—	—	4 ♂	7 ♂	21 ♂	8 ♂ 2 ♀	10 ♀	37 ♀	41 ♀	21 ♀	5 ♀

In der Tabelle sind die Kokons nach 3 Waldgebieten geschieden und nach ihrer Größe gruppiert. Aus der Aufstellung geht hervor, daß die Kokons aus verschiedenen Gegenden in ihrer Größe ziemlich variieren. Man könnte vielleicht daran denken, daß durch die Parasitierung die Größe des normalen Kokons beeinträchtigt würde. Dies trifft jedoch nicht zu, da aus den größten wie auch aus den kleinsten Kokons Parasiten gezogen wurden.

Das Gespinst, aus dem der Kokon gefertigt ist, ist sehr kräftig und zäh. Vereinzelt treffen wir jedoch Fälle, wo ein Kokon aus papierdünnem Gespinst besteht und leicht zerreißbar ist; diese Ausnahmen rühren wahrscheinlich von kränklichen Larven her.

Die Farbe des Kokons ist nach Hartig „bei den unter Moose eingesponnenen Exemplaren gemeinhin ein trübes Braun. Bei den an den Bäumen klebenden Hülsen ist die Farbe entweder ein reines seidenglänzendes Aschgrau oder ein schmutziges Weiß bisweilen mit einem Schein ins Gelbliche. Rein weiße sowie rostrote Kokons, letztere meist mit einer wolligen Außenfläche, gehören zu den Seltenheiten".

Die Beschreibung Hartigs trifft in allen Teilen genau zu, so daß sich weitere Ausführungen erübrigen. Erwähnt jedoch soll noch werden, daß am 1. Tag die Kokons eine weiße, flaumige Oberfläche zeigen, die auf einem braunen Untergrund sitzt; am 2. Tag erst bekommt der Kokon die charakteristische braune Farbe. Wie wir bei den Spinndrüsen der Larven gezeigt haben, ist die Ursache der Braunfärbung jene braune Substanz, die kurz vor dem Einspinnen sich in das Spinndrüsensekret ergießt. Diese braune Substanz ist nach Przibram das 3, 4-Dioxyphenilalanin (Dopa) das nach Wasseraufnahme Melanin bildet. Die Versuche, die Przibram mit *L. pini*-Larven in dieser Beziehung gemacht hat, ergaben, daß die Kokons, die er trocken gehalten hatte, stets eine helle lichtgraue Färbung zeigten. Mit zunehmender Feuchtigkeit ging die Farbe dann mehr in das Braune über.

Sciacchitano Iginio analysierte verschiedene Larven und Kokons von *L. pini* und konnte die Dopa nur in den Kokons und in den Spinnstadien der Larven feststellen.

Eonympha und Pronympha.

Kurze Zeit nachdem sich die Larve eingesponnen hat, geht sie in das Eonympha-Stadium über. Das ist jenes Stadium, das von früheren Autoren als Larve im Kokon beschrieben wurde. In diesem Stadium bleibt noch der äußere Larvencharakter bewahrt, doch gehen manche Veränderungen vor sich (Abb. 24 a). Die Afterfüße werden rückgebildet, so daß an deren Stelle nur noch Hautfalten zurückbleiben. Aus diesem Grund ist eine Beweglichkeit mit den Beinen nicht mehr möglich, sondern diese beschränkt sich mehr oder weniger auf rotierende dorsoventrale Bewegung des Körpers. Der Körper der Larve verkürzt sich bis zu ca. $^2/_3$ der früheren Länge. Die Farbe dieses Stadiums ist entweder weißlich oder weißlichgrün, was wohl durch eine starke Vermehrung der Fettzellen verursacht wird. Die im Spinnstadium vorhandenen schwarzen Flecke bleiben auch bei der Eonympha erhalten.

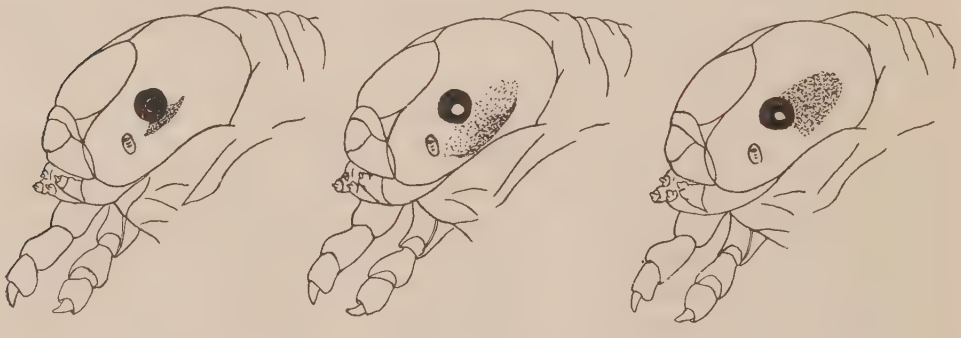
Aus ihr entsteht die Pronympha (Abb. 24 b). Diese unterscheidet sich von der Eonympha vorzugsweise durch die neugebildeten Puppenaugen, auch verändert sich etwas die Form. Der Moment, von dem

ab wir von einer Pronympha sprechen, beginnt mit der Entwicklung zweier schwarzer Körnchen hinter dem Ocellarsklerit. Mit der Zeit entfernen sich diese zwei Körnchen von letzterem und bilden einen halbmondförmigen dunklen Fleck, der in der Mitte nach innen eine Aus-

a *b* *c*

Abb. 24. *a* Eonympha. *b* Pronympha. *c* Pronympha kurz vor der Häutung.

buchtung zeigt (Abb. 25 a, b). In dieser Zeit sind die Ocellen der Larve noch schwarz. Nach diesem Stadium werden die Ocellen allmählich heller, bis sie schließlich glashell erscheinen. Der Halbmond entfernt sich immer mehr vom Sklerit, vergrößert sich und rückt bis zum lateralen Rand des



a *b* *c*

Abb. 25. Verschiedene Entwicklungsstadien der Pronympha.

Craniums vor. Inzwischen hat er auch an Breite und Länge zugenommen und stellt nun das eigentliche Puppenauge vor. Dieses ist an der Seite des Craniums dunkel, fast schwarz, vorne ist die rötliche Farbe der Cornea leicht sichtbar. Das Puppenauge hat jetzt eine ovale Form angenommen und färbt sich allmählich rötlichbraun. Über die weiteren Veränderungen geben die Abbildungen Aufschluß (Abb. 24 u. 25).

Während der Periode, in der sich das Puppenauge entwickelt, wird der Körper der Larve etwas kürzer und am vorderen Ende etwas dicker

(Abb. 24 b). Die weißlichgrüne Farbe verliert sich allmählich, besonders am Thorax, wo die Haut immer mehr die bereits gebildete weiße Puppenhaut durchscheinen läßt. Die Brustfüße schrumpfen zusammen und die Rückenhaut der Larve beginnt sich zu spannen und durch die peristaltischen Bewegungen des Abdomens schiebt sich die Haut dem hinteren Ende zu, bis sie unter dem letzten Segment des Abdomens knäuelartig sich sammelt (Abb. 24 c). Nach kurzer Zeit platzt die Haut am Thorax und zwar zunächst die dorsale Seite zwischen dem 2. und 3. Thorakalsegment. Der Riß vergrößert sich später, bis endlich der Kopf aus der alten Haut schlüpft und die Haut nach rückwärts abgestreift wird.

Nach meinen Beobachtungen dauerte die Häutung der Pronympha etwa eine Stunde. Dies war natürlich nur zu beobachten, nachdem der Kokon vorher aufgeschnitten war. Es ist wohl anzunehmen, daß die Häutung im geschlossenen Kokon etwas rascher vor sich geht, da die Kokonwände einen günstigen Halt bilden, an dem die Haut besser abgestreift werden kann. Die aus den Kokons herausgenommenen Pronymphen können sich nur in den seltensten Fällen häuten, da ihnen eben dieser Widerstand fehlt.

Die Dauer des Eonympha- und Pronymphastadiums.

2—3 Tage nachdem die Larve mit der Anfertigung des Kokons fertig ist, kann die Umbildung zur Eonympha stattfinden. Es lassen sich aber auch größere Abweichungen von dieser Zeit feststellen. Wenn z. B. in sehr warmen Tagen die Entwicklung rascher fortschreitet, so kann sich die Eonympha schon nach 24 Stunden bilden. Solche Fälle finden sich oft bei der 1. Generation. Hat sich die Eonympha nun entwickelt, so kann sie in die Pronympha übergehen oder sie bleibt für längere Zeit im Eonymphastadium. So fand ich, daß alle Larven der 2. Generation als Eonympha im Kokon überwintern. Die Pronympha entwickelt sich dann erst im Frühjahr. Von den Larven der 1. Generation entwickeln sich für gewöhnlich die meisten zur Imago. In der Regel tritt bei *Lophyrus pini* eine doppelte Generation auf. Es kann jedoch vorkommen, daß sich sowohl aus der 1. Generation wie aus der 2. ein Teil der Eonymphen nicht in die Pronymphen verwandelt. Diese können nun 1 bis 2 Jahre oder noch länger in ihrer Form verharren, ohne sich weiter zu entwickeln. Solche Kokons werden bekanntlich als „überliegende Kokons“ bezeichnet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das Eonymphastadium normalerweise 1 bis 2 Tage (1. Generation) oder 8 bis 9 Monate (2. Generation) dauert. Im Falle des Überliegens kann das Eonymphastadium von 9 Monaten bis zu einigen Jahren währen.

Im Gegensatz zu dem Eonymphastadium ist die Dauer des Pronymphastadiums normalerweise sehr kurz und es ist dabei ganz gleich, ob die Pronympha aus Eonymphen der 1. oder 2. Generation stammt oder gar aus solchen, die jahrelang übergelegen sind.

Das Stadium der Pronympha kann zwischen 3 und 4 Tage dauern. Bei niederen Temperaturen kann sich das Pronymphastadium in die Länge ziehen. Bei eintretender kälterer Witterung bleibt die Pronympha in dem Entwicklungsstadium stehen, in dem sie sich gerade befindet, um sich erst wieder bei Eintritt wärmerer Witterung weiter zu entwickeln.

Das Überliegen der Kokons.

Was das Überliegen der Kokons betrifft, so möchte ich hier einige Tatsachen anführen, die vermutlich einen Einfluß auf die Zahl der überliegender Kokons haben können. Aus meinen Zuchten, die sowohl aus Larven bestanden, die im Freien gesammelt worden waren, als auch aus solchen, die im Laboratorium gezüchtet wurden, ist zu ersehen, daß normalerweise ca. 10% der Kokons überliegen. Dieser Prozentsatz kann nun wesentlich steigen. Vorweg soll gleich erwähnt werden, daß in der Größe der überliegenden Kokons gegenüber den sich normal weiter entwickelnden kein Unterschied bemerkbar ist. Es finden sich bei den überliegenden Kokons in dieser Hinsicht die gleichen Verhältnisse wie sie im allgemeinen angegeben wurden. Auch in dem Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Kokons ist keine Veränderung eingetreten.

Zum besseren Verständnis der weiteren Ausführungen sei hier die Tabelle XIII gegeben.

Tabelle XIII.

Versuch	Art der Larven und der Kokons	Zahl der Kokons	Geschlüpfte Wespen			Bleiben überliegend			Prozent der überliegenden Kokons	Bemerkungen
			♂	♀	Summe	♂	♀	Summe		
1	Freiland-Larven 1928	52	8	5	13	10	24	34	65,3	Wurden einzeln in Präparatenröhren, die mit Gaze verschlossen waren, aufgezogen.
2	Freiland-Larven 1929	22	6	9	15	7	—	7	31,8	Wurden einzeln in Petrischalen aufgezogen.
3	Larven gezüchtet im Laboratorium	57	51	—	51	6	—	6	10,5	Die Larven wurden gemeinschaftlich aufgezogen.
4	Freiland-Larven	117	39	59	98	—	—	11	9,3	Die Larven wurden gemeinschaftlich aufgezogen.
5	Freiland-Larven	151	65	72	137	—	—	14	9,2	Die Larven wurden gemeinschaftlich aufgezogen.
6	Freiland-Kokons	363	65	154	219	13	26	39	10,7	—

In dieser Tabelle sehen wir 6 Beispiele von Zuchten, die unter verschiedenen Verhältnissen aufgezogen wurden. Aus den Zuchten 3, 4, 5 und 6, die ziemlich unter normalen Verhältnissen vor sich gegangen sind, finden wir, daß im Durchschnitt 10% der Kokons überliegen. Einen bedeutenden Prozentsatz des Überliegens zeigt der Versuch 1. Daß hier 65,3% überliegende Kokons gefunden wurden, ist wohl auf folgende Ursache zurückzuführen: Um in diesem Versuch jede Larve genauer beobachten zu können, wurden diese einzeln in je ein kleines Präparatenröhrchen gebracht, welches mit Stoffgaze zugebunden wurde. Damit ist einerseits in die Lebensgewohnheiten der Larven ein grober Eingriff gemacht, da dieselben ihrem gewohnten Gesellschaftsleben entzogen wurden. Andererseits waren die einzelnen Larven sehr der Trockenheit ausgesetzt, da durch die die Röhrchen abschließende Stoffgaze die trockene Laboratoriumsluft ungehindert eindringen konnte und in dem engen Raum die wenigen Kiefernnadeln, die einer solchen Larve gereicht werden konnten, nicht fähig waren, in der Feuchtigkeit einen Ausgleich herzustellen. Die andauernde trockene Luft, in der die Larven groß gezogen wurden, mag hier wohl die Veranlassung gewesen sein, daß aus diesem Versuch so viele Kokons zum Überliegen kamen.

Der Versuch 2 wurde ähnlich ausgeführt wie der Versuch 1, d. h. die Larven wurden einzeln aufgezogen. Hier wurden aber nicht Präparatenröhrchen verwendet, sondern kleine Petrischalen. Die Futtermenge war ungefähr die gleiche, wie sie den Larven im Versuch 1 gereicht wurde. In den Petrischalen war die Feuchtigkeit selbstverständlich etwas größer. Allerdings war die Feuchtigkeit noch nicht so hoch wie in den Zuchten, wo eine größere Menge Kiefernzweige in einem mit Wasser gefüllten Glas aufgestellt wurde. Aus dem Versuch 2 sehen wir nun, daß 31,8% Kokons übergelegen sind. Diese Zahl stimmt sehr gut mit der Tatsache überein, daß hier die Luftfeuchtigkeit etwas höher war wie im Versuch 1, aber immerhin nicht so hoch wie in den Versuchen 3, 4 und 5, wo die Larven gemeinschaftlich in großen Zwingern aufgezogen wurden. Man kann also wohl annehmen, daß die hohe Zahl der überliegenden Larven im Versuch 1 mit der Trockenheit der Luft zusammenhängt.

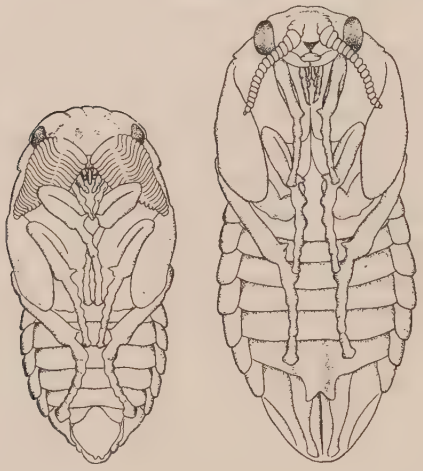
Die Puppe.

Nachdem die Morphologie der Puppe von vielen Autoren sehr eingehend behandelt ist, kann hier von einer weiteren Beschreibung abgesehen werden und ich gebe hier nur eine Abbildung der Puppe (Abb. 26). Im folgenden führe ich die bis jetzt noch nicht bekannten äußeren Veränderungen an, die die Puppe während ihres Wachstums durchmacht. Da die Entwicklung der Puppe stark von der Temperatur abhängt, so ist es nicht zweckmäßig, das Alter der Puppe nach Tagen zu bezeichnen, sondern ich

halte es für besser, dieses nach den einzelnen Phasen der äußeren Veränderungen zu bestimmen. Die nun folgende Aufstellung gibt über die einzelnen Phasen Aufschluß. (S. auch Abb. 27).

1. Weibliche Puppe.

A1 Die allgemeine Farbe ist ein mattes Weiß. Die Augen sind hell rötlichbraun, am hinteren Rand dunkler. Die 3 Ocellen sind noch heller wie die Augen. Auf der dorsalen Partie des Mesothorax, im Bereiche der beiden seitlichen schwarzen Flecken der Imago sind zwei längliche Flecken hell verwaschen angedeutet. Das Herz erscheint als leichter grauer Streifen.



a *b*

Abb. 26. *a* Männliche Puppe. *b* Weibliche Puppe.

A2 Allgemeine Färbung wie A1. Die Augen sowie die Ocellen sind dunkelbraun. Die zwei erwähnten Flecken des Mesothorax sind etwas kräftiger.

A3 Allgemeine Färbung wie A1. Augen und Ocellen ganz braun. Der ganze Thorax beginnt schwach braun zu werden.

A4 Wie A3. Die Mandibeln beginnen sich zu röten.

A5 Die allgemeine Farbe immer noch weiß. Augen und Ocellen schwarz. Der Thorax hellbraun, die Mandibeln rötlichbraun.

A6 Der Kopf ist noch weiß. Der Thorax bellbraun. Abdomen weißlichgelb. Augen und Ocellen schwarz. Mandibeln braun. Die Thorakalflecken kräftig entwickelt. Der letzte Abdominalring ventral hellbraun.

A7 Der Kopf beginnt braun zu werden, die Fühler noch weiß, beginnen an den Spitzen zu dunkeln. Die Mandibeln sind ganz braun. Thorax braun, dorsal etwas kräftiger.

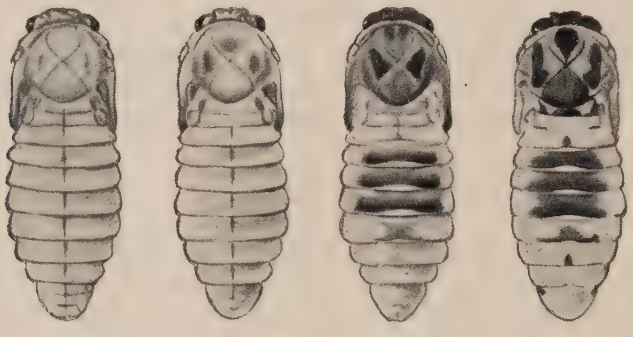


Abb. 27. Weibliche Puppen verschiedenen Alters.

Die Flügel sind noch weiß, doch beginnen sie an der Spitze zu dunkeln. Die Füße hellbraun, Abdomen wie A6. Die Tergiten der ersten vier Abdominalsegmente geschwärzt. Die Gonapophysen braun. Das Herz ist nicht mehr sichtbar.

A8 Alle Teile sind ausgefärbt, wie wir sie bei der Imago finden. Noch nicht gehäutet

2. Männliche Puppe.

B1 bis B5 ähnlich wie die Stadien A 1 bis A 5.

B6 Kopf schwärzlich, Fühler weiß. Thorax schwarzbraun. Abdomen nach der Dorsalseite schwärzlich.

B7 Kopf schwärzlich, die Anhänge schwarz. Thorax auf der Dorsalseite fast schwarz, ventral etwas heller. Fühler weiß, die Spitzen beginnen zu dunkeln. Die Beine weißlich gelb. Abdomen oberseits schwarz, um die Stigmen ein gelblicher Ring, ventral heller.

B8 Alle Teile vollkommen ausgefärbt wie bei der Imago. Noch nicht gehäutet.

Diese Beobachtungen zeigen die täglichen Veränderungen einer Puppe, deren Entwicklung 8 Tage dauert. Entwickelt sich eine Puppe langsamer, was bei niedrigeren Temperaturen der Fall ist, so verzögern sich stets die Phasen A2 und B2. Sobald die Phase A6 oder B6 erreicht ist, geht die Entwicklung unter allen Umständen sehr rasch vor sich.

Die Entwicklungsdauer der männlichen und weiblichen Puppen ist fast gleich. Wo sich zwischen Männchen und Weibchen ein Unterschied von etwa 1 Tag ergibt, ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß in dem Zeitpunkt, wo die Beobachtung stattgefunden hat, sich die Puppen zu verschiedenen Stunden vorher schon gehäutet haben, da die Beobachtungen nur einmal am Tage vorgenommen wurden. Desgleichen ist kein Unterschied zwischen großen und kleinen Puppen in der Entwicklungdauer festzustellen. Weiter ergab sich, daß bei 20,7 ° C mittlerer Temperatur (Maximum 32 ° C, Minimum 6 ° C) die Puppen eine Mindestentwicklungszeit von 6 Tagen und bei 18,4 ° C mittlerer Temperatur (Maximum 30 ° C, Minimum 6 ° C) eine höchste von 12 Tagen haben. Um noch ein anderes Beispiel zu geben, wurden 3 weibliche Puppen in einem Raum mit einer mittleren Temperatur von 10 ° C gebracht. Das Ergebnis war, daß diese Puppen 20 Tage zu ihrer Entwicklung benötigten. In einem anderen Versuch wurde eine Anzahl gleichaltriger Puppen in 2 Abteilungen getrennt. Die eine Abteilung wurde unter Zimmertemperatur aufgezogen, die andere im Eisschrank. Im ersten Fall haben sie nach 10 Tagen ihre Entwicklung beendet, die im Eisschrank gehaltenen hingegen verblieben $2^1/_2$ Monate im Stadium A2. Als sie nach dieser Zeit in Zimmertemperatur verbracht wurden, waren sie innerhalb 4 Tagen vollständig entwickelt.

Die Imago.

Da alle früheren Autoren eine eingehende Beschreibung der Imago gegeben haben, erübrigt es sich, hierauf nochmals einzugehen (Abb. 28). Dagegen wurde der inneren Anatomie der Imago bis jetzt noch sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Sie soll im folgenden näher besprochen werden.

Der Darmkanal.

Der Darmkanal verläuft im allgemeinen in gerader Linie, nur der Enddarm steigt etwas aufwärts, so daß er auf die Kittdrüse zu liegen kommt

(Abb. 29). Der Oesophagus, der aus einem sehr dünnen Schlauch besteht, endet in einer kropfartigen Erweiterung, die mit einem birnförmigen Sack zu vergleichen und mit einem kurzen Stiel mit dem Mitteldarm vereinigt ist. Beim frischgeschlüpften Insekt ist der Magen birnförmig und stark quer gefaltet. Bei der Puppe ist der Magen ebenfalls birnförmig, doch etwas abgeplattet und prall mit einer Substanz gefüllt, die von außen ge-

Abb. 28. *Lophyrus pini* L. *a* ♂, *b* ♀.

sehen rötlich violett erscheint. Wo der Vorderdarm in den Mitteldarm einmündet, ist letzterer abgeflacht, die Insertionsstelle liegt ziemlich dorsal. Der Enddarm ist in Dünndarm und Rectum geschieden. Er ist da, wo er den Mitteldarm verläßt, etwas breiter und verjüngt sich ständig bis zum Rectum. Das Rectum ist birnförmig und hat 6 Rectaldrüsen, je eine dorsal, eine ventral und je zwei an den Seiten. Dünndarm und Rectum sind durchsichtig. Bei frischgeschlüpften Insekten ist das Rectum stets mit einer schmutzigbraunen Flüssigkeit gefüllt und liegt etwas verbreitert auf den Kittdrüsen.

Wie bereits erwähnt, ist bei der Puppe der Mitteldarm prall gefüllt und zwar mit einer gelblichen, durchsichtigen und klebrigen Flüssigkeit, die sich in Wasser löst. In dieser Flüssigkeit finden wir weißliche und braune Körperchen. Im Rectum läßt sich eine ähnliche Flüssigkeit feststellen, doch sind hier an Stelle der oben erwähnten kleine, stark schillernde schuppenförmige Gebilde vorhanden. Im Augenblick des Ausschlüpfens aus dem Kokon ist der Übergang der Flüssigkeit zum Rectum stets vollendet und sehr oft ist der Inhalt aus dem Rectum ausgeschieden. Daß in der Farbe der abgegebenen Flüssigkeit zwischen Männchen und Weib-

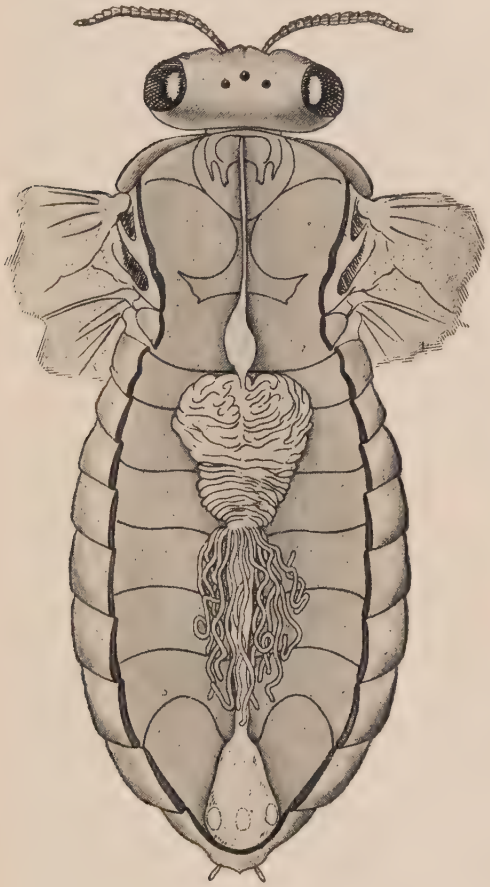


Abb. 29. Darmkanal der Imago.

Abb. 30. Lage des ♀ Geschlechtsapparats.

chen ein Unterschied besteht, wie Müller meint, konnte ich nicht finden.

Die Malpighischen Gefäße sind in ihrer Zahl sehr verschieden; wir finden 23 bis 28 Schläuche, die in gleicher Höhe zwischen Mitteldarm und Enddarm inseriert sind. Die Länge der Schläuche beträgt ca. 1,2 mm. Sie liegen hauptsächlich seitlich und nach hinten frei in der Leibeshöhle. Ihre Farbe ist scheinbar gelb, was von den kleinen gelben Körnchen herrührt, die in ihren Zellen enthalten sind. Die Länge der einzelnen Darmabschnitte beträgt für den Vorderdarm 1,6 mm, für den Mitteldarm 3,2 mm und für den Enddarm 1,8 mm.

Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Bei frischgeschlüpften Weibchen füllen die Geschlechtsorgane fast das ganze Innere des Abdomens aus (Abb. 30). Sie reichen vom ersten Abdominalsegment über die ganze dorsale und ventrale Partie des vorderen Abschnittes des Hinterleibes bis zum 8. Abdominalsegment. Im hinteren Abschnitt befinden sich die Kittdrüsen mit der Kittblase. Der chitinöse Abschnitt der weiblichen Geschlechtsorgane befindet sich in der hinteren ventralen Region des Abdomens und ist aus den Sterniten des 8. und 9. Segmentes gebildet. Der innere Teil der Geschlechtsorgane ist von Fettkörpern und einem Trachealnetz eingehüllt. Im Ovarium eines frischgeschlüpften Weibchens sind die Eiröhren vollständig deformiert, da die Eier bereits vollständig entwickelt sind. Will man ein genaues Bild der Eiröhren erhalten, so ist es notwendig, daß man diese bei einem noch nicht geschlüpften Weibchen untersucht. Bei einem solchen ist das Ovarium spindelförmig mit einem äußeren konvexen und einem inneren und hinteren konkaven Rand. In den verschiedenen Entwicklungsstadien haben die Ovarien folgende Maße:

Einspinnlarve	Länge	0,72 mm	Breite	0,34 mm
Pronympha	„	1,53 „	„	0,95 „
Puppen mit roten Mandibeln . .	„	2,82 „	„	— „
Frischgeschlüpftes Weibchen . .	„	3,24 „	„	— „

Die Ovarien, die miteinander durch zwei kurze Fäden, die sich zu einem V vereinigen, verbunden sind, bestehen aus den Eiröhren, dem Stiel der Eiröhren und dem Kelch.

Die Form der Eiröhren ist bei der Einspinnlarve, Pronympha und Puppe länglich lanzettförmig (Abb. 31). Sowie das Weibchen den Kokon verlassen hat, ist der größte Teil der Eier bereits legereif. Die Eiröhren haben sich erheblich erweitert, und es kommt öfter vor, daß, wenn die Länge einer Eiröhre nicht mehr ausreicht, die Eier nebeneinander liegen.

Die Zahl der Eiröhren ist sehr verschieden. Sie wechselt zwischen 17 und 27; als Durchschnitt bei größeren Weibchen kann man mit 22 bis 23 Eiröhren rechnen. Auch die beiden Ovarien bei ein- und demselben Weibchen zeigen gewöhnlich eine verschiedene Anzahl von Eiröhren, doch beträgt hier der Unterschied nicht mehr wie 4. Die Zahl der Eiröhren hat keine Beziehung zu der Größe des Weibchens.

In jeder Eiröhre finden sich gewöhnlich 2 bis 5 Eier. Auffallend ist, daß von diesen Eiern nie die ganze Anzahl zur Reife gelangt, sondern in jeder Eiröhre bleibt ein Ei unreif zurück (Abb. 32). Da die Größe eines legereifen Eies immer die gleiche ist, so ist leicht begreiflich, daß die größeren Weibchen mehr Eier ablegen als die kleineren, weil in den Eiröhren der ersteren eben mehr Eier Platz finden als in jenen der letzteren. Im Pronymphastadium haben die Eier noch keinen Dotter, doch kann man sehr gut die Lage der Ei- und Nährkammer feststellen. Bei der Puppe

ist die Entwicklung der Eier schon etwas weiter fortgeschritten. Wir finden hier den Dotter vorhanden, aber neben demselben weist das Ei noch die Nährzellen auf. Bei den gehäuteten Weibchen, die aber noch nicht aus dem Kokon geschlüpft sind, geht der Entwicklungsprozeß der Eier sehr rasch weiter. Wir finden hier fast in allen Ovarien wenigstens ein oder zwei legereife Eier.

Die Eiröhre ist mit einem zylindrischen Stiel auf dem Eikelch inseriert. Der Stiel hat durchschnittlich eine Länge von 0,6 mm und einen Durchmesser von 0,1 mm. Der Eikelch hat eine halbkugelige Form mit einem Durchmesser von 0,5 mm. Auf diesem sitzen die Stiele der Eiröhren in konzentrischer Anordnung. Diese Form trifft jedoch nur für die Weibchen

Abb. 31. Verschiedene Eiröhren.
a Puppe kurz nach der Häutung.
b ♀ kurz nach dem Schlüpfen.
c 2 Tage nach dem Ausschlüpfen.

Abb. 32. Ovarium nach der Eiablage.

zu, die den Kokon noch nicht verlassen haben. Bei den geschlüpften Weibchen finden wir stets die Stiele und den Eikelch deformiert, weil die legereifen Eier hindurchgehen.

Die Eileiter bestehen aus zwei zylindrischen Röhren von 0,5 mm Länge und 0,24 mm im Durchmesser. Die beiden Röhren vereinigen sich im Bereiche des 7. Abdominalsegmentes. Am Ende der vereinigten Eiröhren befindet sich die Begattungstasche, die die Form eines Beutels hat, der in mehreren starken Falten wagerecht zum Eileiter liegt. Die Breite beträgt 0,68 mm und die Höhe 0,5 mm. Diese Begattungstasche ist stets gefaltet, auch wenn nach der Kopula Spermatozoen in derselben enthalten sind. Äußerlich finden wir am hinteren Teil eine kräftige Muskulatur.

Hinter der Begattungstasche befinden sich die Kittdrüsen auf der Kittblase. Die Kittdrüse besteht aus zwei weißlichen und durchschimmernden

Drüsenkörpern. Sie inseriert mit einem Ausführungsrohr auf dem oberen und etwas seitlichen Teil der Blase. Die Kittdrüsen sind sehr kräftig dichotomisch verästelt, mehr oder weniger unregelmäßig gekrümmt und knäuelförmig aufgewunden. Die einzelnen Röhren dieser Drüsen haben einen Durchmesser von 0,1 mm. Der Ausführungsgang der Kittdrüse hat eine Länge von 0,75 mm, ist zu Anfang etwas schmäler als an der Stelle, wo er in das Reservoir mündet. Das Kittreservoir ist eine kugelige Blase von 2,4 mm Breite, ventral besitzt dieser Behälter einen kurzen Hals, der mit einem chitinösen Verschlußapparat endet. Dieser Apparat liegt zwischen den beiden Hälften des Sägeapparates. Der Kitt ist eine klebrige hellgelbe durchsichtige Substanz, die in Wasser unlöslich ist (Abb. 33).

Abb. 33. ♀ Geschlechtsapparat und die Kittdrüse.

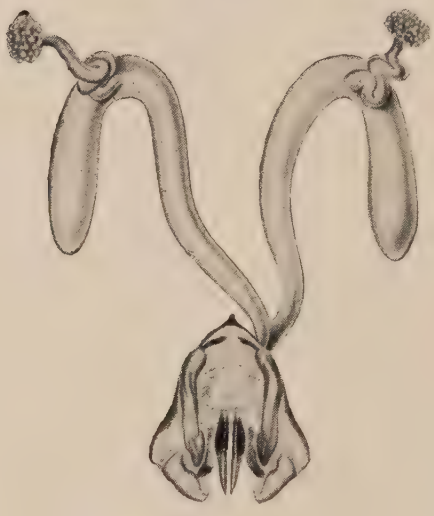


Abb. 34. ♂ Geschlechtsapparat.

Der männliche Geschlechtsapparat.

Der männliche Geschlechtsapparat befindet sich zwischen den 4. und 7. Abdominalsegment. Er ist in eine Masse von Fettkörpern eingehüllt und mit einem kräftigen Trachealnetz umgeben.

Im Puppenstadium sind die Hoden weiß und beinahe von kugeliger Form, sie haben einen Durchmesser von 0,88 mm. In diesem Stadium befinden sich die Spermatozoen in den Hoden. In frisch geschlüpften Männchen liegen die Hoden gesondert voneinander und haben die Form von gelben Kugeln, die einen Durchmesser von 0,2 mm haben. Im Mikroskop kann man die Lappen, aus denen die Hoden zusammengesetzt sind, leicht unterscheiden. Die Spermatozoen sind jetzt nicht mehr im Hoden,

sondern bereits in die Vas deferens eingetreten, wo sie als eine milchige Substanz erscheinen. So ist es erklärlich, warum die frisch geschlüpften Männchen sofort kopulieren können.

Das Vas deferens ist ein Schlauch von 2,2 mm Länge, der in mehreren unregelmäßigen Windungen am dorsalen Teil der Anhangsdrüse und zwar am Scheitelpunkt derselben inseriert. Die beiden Anhangsdrüsen (Ectadenien nach Escherich) haben die Form eines Fragezeichens und vereinigen sich am hinteren Ende zu dem Ductus ejaculatorius. Die Maße dieser Anhangdrüse sind wie folgt: Vom Anfang bis zum Scheitelpunkt 0,57 mm, von diesem bis zu der Vereinigung 2,2 mm. Am Anfang haben die Anhangsdrüsen einen Durchmesser von 0,3 mm; die Farbe derselben ist milchig weiß und bei genauer Betrachtung sieht man in den Anhangsdrüsen einen Kanal leicht durchscheinen. Der Ductus ejaculatorius ist ein dünnes, kurzes Rohr, das in den Penis mündet.

Crampton und Boulange haben bereits gezeigt, daß bei Lophyrinen eine Inversion der chitinösen Geschlechtsorgane beim Männchen existiert. Aus dieser Tatsache ergibt sich, daß die beiden Anhangsdrüsen entweder links oder rechts der Verbindungsstelle mit dem Abdominalsegment in den chitinösen Teil der Geschlechtsorgane münden. Aus der Abb. 34 ist dies deutlich zu ersehen.

Das Schlüpfen der Imago.

Nachdem sich die Puppe gehäutet hat, bleibt die Imago noch einige Zeit im Kokon liegen, nämlich 1—7 Tage je nach der Temperatur und Feuchtigkeit. Bei normaler Entwicklung, wie sie bei günstigen Witterungsverhältnissen gegeben ist, liegt die Imago höchstens 1 Tag im Kokon. Wenn bei meinen Zuchten, trotz der hohen Temperatur, doch manchesmal ein verspätetes Ausschlüpfen festzustellen war, so rührt dies wohl daher, daß in den Schalen, wo die Puppen gezüchtet wurden, stets eine erhöhte Feuchtigkeit vorhanden war. Diese Feuchtigkeit entstand durch das wiederholte Befeuchten des in den Schalen befindlichen Filtrierpapiers. Es war dies notwendig, wie bereits einleitend erwähnt wurde, da die freiliegenden Eonymphen in den aufgeschnittenen Kokon bei trockener Luft sehr hinfällig sind. In der Zeit, in welcher die fertige Imago noch im Kokon liegen bleibt, erhärten die Flügel, so daß nach dem Herausschlüpfen die Wespe sofort flugfähig ist.

Vor dem Ausschlüpfen nagt die Wespe mit den Mandibeln eine kreisförmige Rinne in den Kokon. Diese Rinne ist anfangs nur seicht und wird so lange benagt, bis die Kokonwand durchgeschnitten ist. Diese Arbeit geschieht mit kürzeren oder längeren Pausen.

Das Schlüpfen der Insekten findet meist zwischen 12 und 14 Uhr, seltener zu anderen Tageszeiten statt.

Es zieht sich über 6—28 Tage hin, wobei sich zwischen der Zeit des Einspinnens und der Schwärmzeit eine gewisse Parallele ziehen läßt.

Über die Schwärmzeit berichtet auch Cobelli, daß das Schlüpfen der Insekten aus Kokons, die im Zimmer gehalten wurden, sehr früh begonnen hat und sich lange hinzog, im Vergleich mit denen, die im Freien gehalten wurden. Eckstein gibt eine Kurve des Schlüpfens, deren Verlauf mit meinen Beobachtungen gut übereinstimmt.

Leben der Imago.

Nach dem Ausschlüpfen sind die Wespen sofort fähig, zur Kopula zu schreiten. Die Begattung kann aber auch einige Tage hinausgeschoben werden. Die meisten von mir beobachteten Kopulationen fanden in der Zeit zwischen 11 und 13 Uhr statt, das ist die gleiche Zeit, in der die meisten Wespen geschlüpft waren.

Der eigentliche Akt der Kopula wurde bereits von Ratzeburg genau beschrieben, so daß hier weitere Erörterungen überflüssig sind. Die Abb. 35

Abb. 35. *Lophyrus pini* L. in Kopula.

zeigt eine solche Kopula. Die Dauer der Kopula ist nach verschiedenen Autoren (Müller, Hartig, Ratzeburg) 15—30 Minuten. Nach meinen Beobachtungen dauert diese zwischen 20—75 Minuten, im Mittel 38 Minuten. Ein Weibchen wird nur einmal begattet. Alle Versuche darüber, ob eine öftere Begattung möglich ist, sind negativ verlaufen. Das gleiche Verhalten können wir auch bei Männchen feststellen. Eine zweite Kopula mit dem gleichen Weibchen oder einem anderen findet nur statt, wenn die Kopula das erstemal gestört wurde.

Über die Lebensdauer der Imago gibt Müller an, daß die Männchen einige Tage nach der Begattung sterben, während die Weibchen oft 14 Tage am Leben bleiben können. Hartig stellt als Regel auf, daß die Weibchen 24 Stunden nach der Eiablage zugrunde gehen. Nach meinen Beobachtungen war die Lebensdauer eines Weibchens in der Regel 6 bis 10 Tage, doch konnte ich auch Fälle feststellen, wo ein Weibchen 17 Tage alt wurde. Für die Männchen gilt als Maximum 12 Tage, doch sterben

die meisten bereits nach 9—10 Tagen. Im übrigen ist über die Lebensdauer der Imago aus der Tabelle III (Heft 1, S. 29) Näheres zu entnehmen.

Zur Erhaltung des Lebens wird von der Imago Nahrung nicht aufgenommen, auch nicht in flüssiger Form. Sie verbraucht nur den aus der Puppe in reichlichem Maße übernommenen Fettkörper. Die Untersuchung abgestorbener Wespen hat auch gezeigt, daß die Fettmasse allen Organen entzogen ist.

Literatur.

Altum, B., Forstzoologie, 1. u. 2. Aufl. 1872—1882.

— — Waldbeschädigungen durch Tiere und Gegenmittel. Berlin 1889.

Bechstein, J. M., Naturgeschichte der für den Wald schädlichen und nützlichen Insekten. Gotha 1818.

Bechstein und Scharfenberg, Vollständige Naturgeschichte der für den Wald schädlichen und nützlichen Forstinsekten. Leipzig 1804 u. 1805.

Berlese, Antonio, Gli Insetti Bd. I u. II. Mailand.

Binger, C. A. L. von, Schädliche und nützliche Forstinsekten. Wiegandt, Hempel und Parey, Berlin, 1880.

Boulangé, A., Sur le retournement de l'appareil copulateur des Tenthredinidae. Bull. soc. ent. France. Paris 1920.

— — Sur les muscles qui actionnent l'ensemble de l'appareil copulateur chez les Chalastogastres. Bull. soc. ent. France. Paris 1920.

Cholodkowsky, N., Entomologische Miscellen. I. Über die Spinndrüsen der Tenthrediniden-Larven. II. Über die Schlundsäcke (sacci oesophagei) der Blattwespenlarven und anderer Insekten. Horae societatis entomologicae Rossicae. Tom XXIX, 1894 bis 1895.

Cobelli, Ruggero, *Lophyrus pini*. Verhandl. K. K. zool. bot. Ges. Wien 1900.

De Geer, Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. Nürnberg 1775—1781.

Eckstein, K., Biologische Beobachtungen an *Lophyrus pini*. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. XXV, 1893.

Eidmann, H., Beobachtungen an parasitierten Kiefernspannerpuppen. Ein Beitrag zur Frage nach der Hebung des eisernen Parasitenbestandes. Forstw. Centrbl. Bd. 47, 1925.

Enslin, E., Die Tenthredinoidea Mitteleuropas I. Beih. z. Deutsch. Ent. Zeitschr. 1912.

— — Die Blatt- und Holzwespen. In: Die Insekten Mitteleuropas Bd. III von Chr. Schröder. Franckhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1913.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd I. Berlin, Verlag Paul Parey, 1914.

Fintelmann, L., Beiträge zur näheren Bestimmung und Naturgeschichte einiger auf der Kiefer *(Pinus sylvestris)* lebenden Lophyren. Nor. Acta. Ac. Car. Leop. 1836.

Frisch, J. L., Beschreibung von allerhand Insekten in Deutschland. Berlin 1732—1738.

Hartig, Th , Die Familien der Blatt- und Holzwespen nebst einer allgemeinen Einleitung zur Naturgeschichte der Hymenopteren. Berlin 1860.

Henschel, G., Leitfaden zur Bestimmung der schädlichen Forstinsekten mit Angabe ihrer Lebensweise, der gegen dieselben seither mit Erfolg angewendeten Vorbauungs- und Vertilgungsmittel usw. 1. und 2. Aufl. Braumiller, Wien, 1861 und 1876.

Hennert, Über den Raupenfraß nach Windbruch in den preußischen Forsten von 1791 bis 1794. 2. Aufl. 1798.

Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde als: 8. Aufl. von Ratzeburg, J., Die Waldverderber und ihre Feinde. I. u. II. Bd. Hölzel, Wien, 1885, und Paul Parey, Berlin, 1895.

Kaltenbach, J. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Julius Hoffmann, Stuttgart, 1874.

Klug, Fr., Die Blattwespen nach ihren Arten und Gattungen zusammengestellt. Berlin 1808—1818.

Müller, D. G., Über den Afterraupenfraß in den fränkischen Kiefernwaldungen vom Jahre 1819—1820. 1. und 2. Aufl. Aschaffenburg 1821 und 1824.

Nördlinger, H., Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten. Stuttgart 1856.

— — Lebensweise von Forstkerfen oder Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten. 2. vermehrte Aufl. Stuttgart, J. G. Cotta, 1880.

Pickel, V., III. Entomologische Miscellen. Zur Frage über die Spinndrüsen der Tenthrediniden-Larven. Horae Soc. Ent. Ross. Tom XXX, 1895—1896.

Poletajew, Über die Spinndrüsen der Blattwespen. Zool. Anz. 1885.

Przibram, Hans, Die Rolle der Dopa in den Kokonen gewisser Nachtfalter und Blattwespen mit Bemerkungen über die chemischen Orte der Melaninbildung (zugleich: Ursachen tierischer Farbbildung). Arch. mikr. Anat. Entw. Mech. Bd. 102.

Ratzeburg, J. T. C., Die Forstinsekten oder Abbildung und Beschreibung der in den Wäldern Preußens und der Nachbarstaaten als schädlich oder nützlich bekannt gewordenen Forstinsekten. 3 Teile. Berlin 1839—1844.

— — Die Waldverderber und ihre Feinde. Nicolaische Buchhandlung, Berlin, 1841 u. 1869.

Reaumur, de, Mémoires pour servir a l'histoire des Insectes. Paris 1734—1742.

Saint-Hilair, K., Histo-physiologische Studien über die Spinndrüsen der Tenthredinid-Larven. Zeitschr. Zellforsch. mikr. Anat. Bd. 5, 1927.

Sciacchitano, Iginio, Quando si forma la dopa nei bozzoli di *Lophyrus pini* L Arch. mikr. Anat. Entw. Mech. Bd. 104.

Scheidter, Fr., 1. Die einzelnen Larvenstadien der gemeinen Kiefernbuschhornblattwespe *(Lophyrus pini* L.). 2. Über die Art der Eiablage der gesellig lebenden Buschhornblattwespe. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz Bd. XXXVI, 1926.

Schlüter, Fr., Etwas über die Begattung der Kiefernblattwespe *(Lophyrus pini* Latr. Kl.) nebst deren Beschreibung. Abhandl. Naturforsch. Ges. Görlitz II. 1837.

Taschenberg, E. L., Forstwirtschaftliche Insektenkunde oder Naturgeschichte der den Forsten schädlichen Insekten usw. Leipzig 1874.

— — Praktische Insektenkunde I bis V. M. Heinsius, Bremen, 1879—1880.

Wilke, E., Fettkörper, Speicheldrüse und Vasa Malpighi der Blattwespenlarven. Zool. Anz. Bd. 52, 1921.

Zinke, Naturgeschichte der schädlichen Nadelholzinsekten. Weimar 1798.

Meteorologische Beobachtungen bei der mittelfränkischen Kieferneulenbekämpfung mit Flugzeug und Motor im Frühjahr 1931.

Von

Rudolf Geiger, München.

(Aus dem forstlichen Versuchswesen Bayerns.)

(Mit 8 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

1. Allgemeines 208
2. Einfluß von Feuchtigkeit und Regen auf die Bestäubung 209
3. Die Flugzeugmethode 211
   a) Bestäubungsvorgang 211
   b) Wann erlaubt der Wind das Bestäuben? 211
   c) Wirkung des Austauschs 213
   d) Beobachtungen vom Hochsitz bei leicht-böigem Winde 214
   e) Einfluß von Bestand und Gelände 216
4. Die Motorverstäubung 217
   a) Die Sperrschicht im Kronenraum 217
   b) Die Verluste über den Kronen 219
   c) Geringer Belag der Kiefernnadeln 220
   d) Einfluß kleinster Strömungen des Windes 221
   e) Einfluß des ungleichen Fahrttempos 221
5. Tabelle zur Witterung während der Bestäubungsaktion 222

Ganz kurz ist der Weg, den der Giftstaub vom Flugzeug bezw. Motorverstäuber aus zu seinem Ziele zurückzulegen hat: zu dem Kronenraum, des Bestandes, in dem er für die Kieferneulenraupen eine willkommene, aber tödliche Nahrung bilden soll. Trotzdem wird er auf diesem kurzen Wege zum Spielball der atmosphärischen Einflüsse: der Wind verträgt und zerstreut ihn, das luftelektrische Feld hemmt oder fördert seine Bewegung und Verteilung, unter Umständen schlägt ihn der Regen nieder. Denn die feinste Verteilung des Giftstaubes, die für seine durchgreifende Wirkung unerläßliche Bedingung ist, bewirkt, daß die kleinen Teilchen in der Turbulenz der Luft fast schwebend erhalten werden und nur ganz langsam der Schwerkraft folgen und absinken und sich an die Nadeln und Zweige anlagern.

Bei der Bestäubungsaktion muß daher das Bestreben darauf gerichtet sein, diese atmosphärischen Einflüsse auszuschalten, die Bekämpfungsaktionen wetterunempfindlich zu machen. Erstaunlich viel ist hierin schon erreicht worden. Aber die vollständige Unabhängigkeit ist noch nicht erlangt und ist wohl auch niemals zu erlangen. Damit ist die Flugzeug- und Motorverstäubung eine Selbstschutzmethode, die nicht nur den Forstmann, sondern auch den Meteorologen interessiert und angeht.

Herr Ministerialrat Dr. Künkele, der Referent für das forstliche Versuchswesen an der bayerischen Ministerialforstabteilung, beauftragte mich, an der mittelfränkischen Bestäubungsaktion in diesem Frühjahre teilzunehmen, und veranlaßte dadurch, daß zum ersten Male ein Fach-Meteorologe an einer deutschen Bestäubungsaktion teilnahm. Dieser Umstand allein gibt mir das Recht, der Aufforderung des Herausgebers folgend in dieser Zeitschrift über die angestellten Beobachtungen zu berichten; denn keineswegs ist es meine Absicht, in die Diskussionen einzutreten, die von Forstfachleuten über diesen Gegenstand geführt werden, Fachleuten, die über langjährige Erfahrungen verfügen, während ich kurze Zeit gleichsam nur Zuschauer war. Aber der Fachmeteorologe mit seiner speziellen — wenn man will: einseitigen — Vorbildung sieht und bewertet die Vorgänge unter ganz anderen Gesichtspunkten als der Forstmann. Vielleicht kann er deshalb wirklich etwas beitragen zu der Frage, wie die Bestäubungen am zweckmäßigsten und damit am wirtschaftlichsten durchgeführt werden können.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen Herrn Ministerialrat Dr. Künkele, der meine Teilnahme an der mittelfränkischen Aktion ermöglichte und gütigst förderte, Herrn Oberregierungsrat Sindersberger von der Regierung von Mittelfranken und Herrn Forstmeister Arnold, dem Vorstand des Forstamts Feucht, die beide an Ort und Stelle in zuvorkommendster Weise meine Beobachtungstätigkeit unterstützten.

1. Allgemeines.

Im Forstamt Feucht wurde in der Abteilung „Schwarzwasser“ in einem 36jährigen, 12 m hohen Kiefernstangenholz mittlerer Bonität ein Hochstand errichtet, der zu den später angeführten Sonderbeobachtungen diente und außerdem die Aufstellung eines Thermographen und eines Hygrographen im Kronenraum ermöglichte. Dort wurden die für die Kieferneulenraupen maßgebenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen überwacht. Die Beobachtungen hat Herr Forstreferendar Dr. Marcus durchgeführt, wofür ich ihm und dem zoologischen Institut der forstlichen Versuchsanstalt München zu Dank verpflichtet bin. Die Auswertung ist vom meteorologischen Institut (Vorstand: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Schmauß) vorgenommen worden; die wichtigeren Zahlen sind in der

am Schlusse angefügten Tabelle bekanntgegeben. Neben den Grenzwerten und Mittelwerten der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit an den einzelnen Tagen während der Bestäubungsaktion findet man dort auch die Ergebnisse der Regenmessungen an 4 Niederschlagsstationen, die im Bestäubungsgebiet und zwar in nächster Nähe des Forstamts Feucht lagen. Diese Stationen gehören dem Beobachtungsnetz der bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde an, der ich für die gütige Überlassung der Zahlen zu großem Dank verpflichtet bin.

Alle Bestäubungsflüge, bei denen ich in der Zeit vom 8. bis 15. Juni 1931 zugegen war, wurden von dem bekannten, im Bestäubungsflug seit 1924 erfahrenen Flugkapitän Herrn Fritz Harder auf einer Junkersmaschine, Typ W 33 mit Spezial-Verstäubereinrichtung, ausgeführt. Das Bestäubungsmittel war stets Forst-Esturmit der Firma Merk-Darmstadt, von dem 50 kg je Hektar ausgestreut wurden. Die bestäubten Quartiere lagen alle im Forstamt Feucht in ebenem oder fast ebenem Gelände und unterschieden sich hinsichtlich ihrer Eignung zur Bestäubung nur darin, daß in einem Falle die gleichförmige Bestandsoberfläche einen sehr niedrigen Flug erlaubte, im anderen Falle Überhälter, höhere Bestandspartien oder Hochspannungsleitungen den Flieger zwangen, etwas höher über dem Durchschnittsniveau der Kronen zu bleiben.

Die Bestäubungsflüge beobachtete ich teils von der Seite (9. VI. früh, 13. VI. abends, 14. VI. früh), teils vom Inneren des bestäubten Bestandes aus, innerhalb und neben der Bestäubungswolke stehend (10. VI. früh und abends, 12. VI. abends, 13. VI. abends), in zwei Fällen auf dem Hochsitz im Kronenraum stehend (12. VI. früh und 14. VI. abends). Herr Flugzeugkapitän Harder hat bei den Beobachtungen vom Hochsitz aus freundlichst meine Wünsche hinsichtlich Anfliegen und Bestäuben der Hochsitzplattform erfüllt, wofür ich ihm besonderen Dank schulde.

Die Beobachtungen am Motorverstäuber geschahen an einer Maschine vom Typ Holder, die während meines Beiseins stets einwandfrei arbeitete. Am Abend des 13. VI. und am Morgen des 14. VI. konnte ich der Bestäubung in je zwei verschiedenen Beständen — alle in 20- bis 50jährigem Alter — beiwohnen. Es wurde ebenfalls Forst-Esturmit verwendet und 40—60 kg je Hektar je nach Art des Bestandes verstäubt.

2. Einfluß von Feuchtigkeit und Regen auf die Bestäubung.

Drei meteorologische Faktoren beeinflussen das Ergebnis der Bestäubung, geschehe sie mittels des Flugzeuges oder des Motorverstäubers, nämlich:

a) die Luftfeuchtigkeit,
b) der Niederschlag,
c) die Luftbewegung (Wind und Austausch).

Dazu tritt als vierter Faktor noch die Luftelektrizität, die von Bedeutung wird, weil der Vorgang der Zerstäubung wohl eine Ladung der Bestäubungswolke mit sich bringt. Mangels ziffernmäßiger Unterlagen kann hierüber aber nichts Sicheres ausgesagt werden.

Die Feuchtigkeit der Luft beeinflußt die Anheftung des Bestäubungsmittels an die Nadeln, wobei hohe Feuchtigkeit wohl begünstigend wirkt. Sie beeinflußt ferner die Feinheit der Verteilung, sofern das Bestäubungsmittel im geringsten hygroskopisch ist. Dies ist aber das Forst-Esturmit nicht. Während alle in der Atmosphäre natürlich vorkommenden Suspensionen mehr oder weniger hygroskopisch sind, fehlt diese Eigenschaft dem Esturmit in so vollkommener Weise, daß selbst bei Regen eine feinste Verteilung des Mittels gewährleistet ist. Dadurch unterscheidet sich die Bestäubung von allen natürlich-meteorologischen Vorgängen (z. B. der Verteilung feiner Samen) und ist damit unabhängig von vielen störenden meteorologischen Einflüssen gemacht. Dies war der stärkste Eindruck, den ich als Fachmeteorologe bei den ersten Bestäubungen hatte, zeigt sich doch darin am deutlichsten, welch weitgehend durchgearbeitete Methode das Bestäubungsverfahren heute schon darstellt.

Abb. 1. Ablagerung des Esturmits auf nasser Kiefernnadel.

Zur Veranschaulichung dieser Unabhängigkeit des Forst-Esturmits von der Luftfeuchtigkeit führe ich drei Beobachtungen an:

1. Die Esturmit-Teilchen legten sich in feinster Verteilung nicht nur auf die Kiefernnadeln, sondern auch auf die anhängenden Wassertropfen, wie Abb. 1 veranschaulicht.

2. Nach halbstündigem Regen stäubte beim Durchgehen durch das Heidekraut das Esturmit wie trockenster Puder von den regennassen Pflanzen in Wolken in die Höhe.

3. Wasserlachen und Flußläufe wurden mit einer gleichmäßigen feinen Esturmit-Schicht überdeckt.

Die Einwirkung des Regens auf das Bestäubungsverfahren erstreckt sich daher auch nicht auf ein Zusammenkleben, nicht einmal auf ein Zusammenschwemmen des Bestäubungsmittels, sondern: Nur der auf die Nadel von oben fallende Regentropfen schlägt (mechanisch!) den Staub ab. Am 10. Juni beobachtete ich, daß nach $1^1/_2$ stündigem ($4-5^1/_2$ Uhr) leichtem Sprühregen aus einer niedrigen Stratus-Schicht die Kiefernnadeln an Randbäumen in Kopfhöhe 1 Stunde nach der Bestäubung noch 60—70% des Esturmits festgehalten hatten. Der Rest war so abgeschlagen, daß man die Wirkung der einzelnen Regentropfen an der Nadel erkennen konnte. Nach weiteren 13 Stunden mit teilweise heftigem Regen war alles abgewaschen.

Die Einführung eines rasch wirkenden Berührungsgiftes, wie etwa das Forestits, wird eine fast völlige Unabhängigkeit auch vom Faktor Regen gewährleisten, wenn man nur den richtigen Zeitpunkt der Bestäubung abwarten kann.

Im nachfolgenden wird daher der für die Bestäubung heute noch einzig wichtige meteorologische Faktor: die Luftbewegung, besprochen, wobei nach den beiden Hauptverfahren: Flugzeugmethode und Motor-Verstäubung, getrennt werden muß.

3. Die Flugzeugmethode.

a) Bestäubungsvorgang.

Das Schneckengetriebe der Junkers schen Spezialverstäubereinrichtung veranlaßt ein gleichmäßiges Ausfallen des Bestäubungsmittels aus dem Flugzeugrumpfe nach unten, von wo es durch den starken Flugwind, der durch eine besondere Vorrichtung an der Ausfallöffnung gesteuert wird, nach rückwärts gerissen wird. Von hier ab unterliegt es drei Einflüssen: der Schwerkraft, dem Austausch und dem Wind.

Unter Schwerkraft ist hier zunächst die Kraft verstanden, welche auf das Bestäubungsmittel als Masse wirkt und es zum „Fallen", hier: zum langsamen Absinken bringt. Gleichzeitig soll damit aber auch jener noch unbewiesene elektrische Vorgang mit verstanden werden, der die Bestäubungswolke ebenfalls abwärts zieht. Er ist nach dem Augenschein offensichtlich vorhanden, weitgehend abhängig von der Wetterlage (am stärksten bei leichtem Regen, 10. Juni morgens, am geringsten, wenn nicht sogar im entgegengesetzten Sinne wirksam, vor einem Gewitter, 12. Juni abends).

Unter „Austausch" ist die turbulente Durchmischung der Luft verstanden, welche die Verbreiterung der Bestäubungswolke nach allen Seiten und damit die Verteilung des Bestäubungsmittels veranlaßt. Werden die in der Luft suspendierten Teilchen sehr klein, so kann, wie Wilh. Schmidt zeigte, das Mittel durch den Austausch schwebend erhalten werden, gelangt also nicht zum Boden.

Der Wind bewirkt einerseits das Seitwärtsvertragen des Bestäubungsmittels, anderseits erhöht er den Austausch. Der erste Einfluß ist immer, der zweite meistens schädlich für die Bestäubung.

b) Wann erlaubt der Wind das Bestäuben?

Abb. 2 zeigt den Tagesgang der Windgeschwindigkeit im Monat Mai an der im Bestäubungsgebiet gelegenen Flugwetterwarte Fürth. Der Leiter derselben, Herr Dr. W. Stöbe, hat mir diese noch unveröffentlichten Zahlen, die auf 10-jährigen Messungen beruhen, in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm herzlich danke. Ein Blick auf die Abbildung lehrt, daß die Zeiten, in denen eine Bestäubung überhaupt möglich ist,

selten sind. Während des ganzen Tages ist der Wind zu stark, während der Nacht fehlt das Licht. Es bleiben daher nur die Stunden der Morgen- und Abenddämmerung übrig, die ja in der Praxis längst benutzt werden. Menschlich annehmlicher ist die Ausnutzung der Abendstunden und sie haben objektiv den Vorzug, daß man den Tag über die Wetterentwicklung verfolgen konnte, während es morgens, wenn man bei Dunkelheit um 3 Uhr früh geweckt wird, nicht ganz leicht ist, sich sofort den Überblick zu verschaffen, ob das Wetter einen Bestäubungsflug zulassen wird oder nicht.

Meteorologisch aber sind die Morgenstunden viel günstiger; denn erstens ist die Windstärke durchschnittlich geringer als am Abend

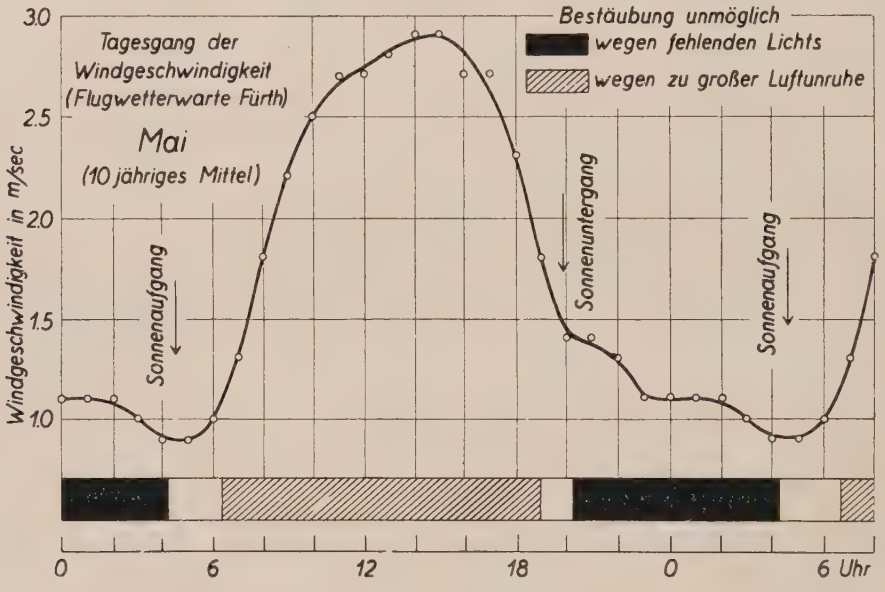


Abb. 2. Zu welcher Tageszeit kann man bestäuben?

(Abb. 2). Zweitens ist die Turbulenz um Sonnenaufgang am kleinsten, weil bei der nachts stabilen Temperaturschichtung in der untersten Atmosphäre vertikale Luftbewegungen abgebremst werden. Auch der natürliche Staub, der im Laufe des Tages durch die Turbulenz einige Kilometer hoch in die Atmosphäre hinaufgeschafft wird, wandert ja normalerweise im Laufe der Nacht zurück zum Boden.

Der Meteorologe muß daher die Ausnutzung der Morgenstunden nachdrücklichst empfehlen. Eine nächtliche Überwachung der Witterung, wie sie heute schon an großen Flugwetterwarten und Zentralinstituten eingeführt ist, könnte dann vielleicht vom „Bestäubungsmeteorologen" getätigt werden, um die in ihrem Schlafe schon recht gekürzten Flugpiloten zu entlasten.

Was nun den Absolutwert der Windgeschwindigkeit anlangt, bei dem ein Flug möglich wird, so muß man hierfür in erster Linie berücksichtigen

und angeben, an welcher Stelle die Windmessungen gemacht wurden (Höhe über dem Boden, Umgebung). Meine Messungen in drei verschiedenen Höhen an und auf dem Hochsitz im Kiefernstangenholz am 11. und 14. Juni sind in der Abb. 3 graphisch dargestellt. Darnach konnten die Bestäubungsflüge beginnen, wenn die Windgeschwindigkeit in Höhe der Spitzen der Kiefernkronen weniger als 0,9 m/sec betrug. Bei böigem Wind ist die Grenze niedriger, bei ruhiger Luftbewegung höher anzusetzen.

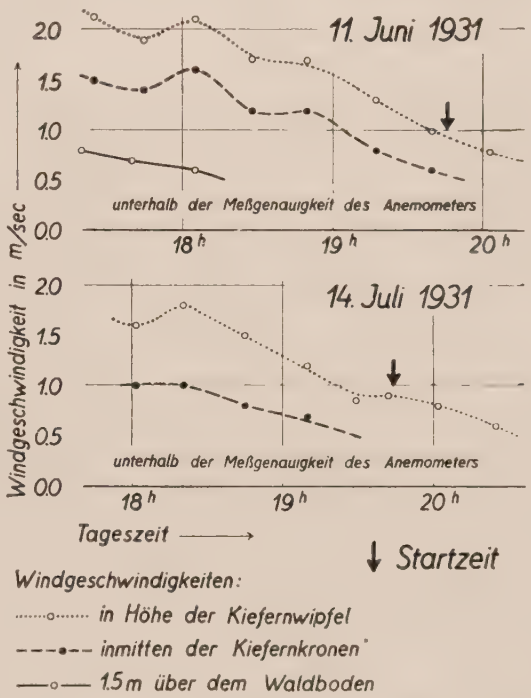


Abb. 3. Windmessungen am Hochsitz (Forstamt Feucht, Juni 1931).

c) Wirkung des Austauschs.

Innerhalb der hierdurch gezogenen Grenze hängt die Verteilung des Bestäubungsmittels ab von dem Verhältnis von Schwerkraft und Austausch. Hierbei können 3 Möglichkeiten unterschieden werden, deren Wirkung auf den Erfolg der Bestäubung im nachfolgenden besprochen wird.

1. Bei vollkommen stagnierender Luft, ganz bedecktem Himmel und leichtem Regen sank am 10. Juni morgens die Bestäubungswolke wie ein weißer Stab zu Boden, wie es die Abb. 4 oben andeutet. Vom Verlassen des Flugzeuges bis zum Berühren des Kronendaches durch die Wolke verstrichen nur 2 bis 4 Sekunden (mehrere Messungen), bis zum Eintritt in das Bestandsinnere 25 bis 35 Sekunden. Die Verbreiterung der Wolke war gering. In diesem Fall war das Ziel sehr sicher durch den Flugzeugführer zu erreichen, weil die Wolke scharf sichtbar war, die dichtbestäubten Bestandteile sich von der Umgebung scharf abhoben und kein umhertreibender Staub den Führer behinderte.

Für den Erfolg der Bestäubung kann dieses Verhältnis von Schwerkraft und Austausch nicht als der Idealfall angesehen werden, weil die Zerteilung des Betäubungsmittels zu gering ist.

2. Normalerweise zeigt die Bestäubungswolke nur ein ganz schwaches Absinken und unterliegt in erster Linie der Verbreiterung. Etwa 15 Sekunden

nach Abgang vom Flugzeug pflegt die Wolke mit ihrer Unterseite die Bestandsoberfläche zu berühren. Es vergehen 1 bis 2 Minuten, bis das Esturmit den Waldboden erreicht.

Die Verteilung ist eine sehr vollständige. Bei Beobachtungen am Hochsitz am 12. Juni morgens wurde um $4^h\ 41^m$ eine Wolke rund 50 m seitwärts vom Hochsitz über den Bestand gelegt. Die Wolke blieb — ein besonders ungünstiger Fall — in der Luft stehen und Teile derselben erreichten erst um $4^h\ 45^m$, d. h. nach 4 Minuten die Kiefernkronen, die gerade unter der Wolke lagen. Um $4^h\ 47^m$ d. h. nach 6 Minuten wurde auf dem Hochsitz Esturmitgeruch bemerkbar, gleich darauf trieben, vom Austausch getragen, die weißen Teilchen sichtbar vorbei und puderten Nadeln, Windmesser und Hochsitz leicht ein. Nach Ansicht des zufällig anwesenden Forstreferendars Dr. Marcus reichte die Menge hin, um Raupentod im Bestand zu erreichen! Durch Beobachtung von unten wäre von dieser in der Umgebung des Hochsitzes gefallenen Giftmenge wohl nichts festzustellen gewesen.

d) Beobachtungen vom Hochsitz bei leicht-böigem Wind.

3. An der Grenze der zulässigen Windgeschwindigkeit (1 m/sec) wird die Wolke über den Bestand weggetragen; die unteren Teile bleiben sichtbar am Bestand hängen, so daß ein Sichhinwegwälzen der Bestäubungswolke über den Kronen vorgetäuscht wird, wie dies die Abb. 4 unten erläutert. Über die Wirkung bei solcher Wetterlage machte ich am 14. Juni abends bei fast wolkenlosem Himmel und leicht-böigem Winde aus Süd-Ost in mittlerer Stärke von 0,9 m/sec (in Höhe der Kiefernwipfel) folgende Beobachtungen:

Herr Flugkapitän Harder flog um $19^h\ 47^m$ genau gegen den Wind und auf Wunsch genau im Strich über den Hochsitz (ich trug zur Kenntlichmachung weißen Laboratoriumsmantel). Etwa 2 Sekunden nach Überfliegen des Hochsitzes trieben dichte weiße Schleier des Esturmit-Staubs mit großer Geschwindigkeit vorbei, die nur etwa 20^0 Neigung von der Horizontalen nach abwärts hatten (vermutlich noch Wirkung des Flugzeugwindes). Sofort darauf wurde es dunkel, die Sonne verschwand; es war notwendig, die Augen zu schließen und den Atem anzuhalten. Hände, Schreibpapier und Geländer überzogen sich augenblicklich mit einer dichten talgigen Schicht Esturmit. Wenige Sekunden später die Augen öffnend, sah ich Baumkronen und Hochsitz dicht bepudert, wobei aber die einzelnen Äste und Bäume sehr unterschiedlich bedacht waren. Auf den am schwächsten betroffenen Stellen lagen aber noch etwa 100 sichtbare Partikel auf jeder Kiefernnadel.

Nun begann ein massenweises Umhertreiben der kleinen weißen Esturmit-Teilchen, welche jetzt in erster Linie den unregelmäßigen Bewegungen des Austauschs folgten, während die Bewegungsrichtung mit dem Winde nur etwas bevorzugt war. Nach 4 Minuten hob ein leichter

Windstoß von den besonders dicht besetzten Teilen der Kiefernkronen den Esturmitstaub in Wolken in die Höhe, so daß eine nochmalige Durchstäubung des Kronenraumes erfolgte. Nach einer weiteren Minute (also 5 Minuten nach Abgabe durch das Flugzeug) schienen alle sichtbaren Esturmit-Teile abgesetzt; es verblieb aber noch ein merklicher Dunst im Luftraum über den Kronen, der in feinst-verteilter Bestäubungsmaterie seine Ursache haben mußte.

Eine als nächstanschließende im Osten vom Hochsitz um $20^h\ 5^m\ 10^s$ abgelassene Bestäubungswolke (nach Wiederfüllung des Flugzeuges) erreichte

Abb. 4. Grenzformen der Bestäubungswolke.
Oben: Auffallend starkes Absinken der Wolke am 10. Juni morgens. (Calme, ganz bedeckt, Stratus, Sprühregen.)
Unten: Windzerrissene Wolke am 14. Juni abends. (Wind aus Südost von 1 m/sec, leicht-böig. Bewölkung: $^1/_{10}$ Altocumulus).

um $20^h\ 6^m\ 30^s$ den Hochsitz und bewirkte eine erneute Einnebelung des umliegenden Kronenraumes und damit eine erneute Durchstäubung, die bis $20^h\ 9^m$ anhielt. Erst $20^h\ 15^m$ wurde die Sicht in Richtung gegen den Wind soweit gut, daß nur noch tiefergelegene Teile der Bestandsoberfläche wie im Nebel lagen. Noch einmal um $20^h\ 28^m$ erreichten Teile einer Bestäubungswolke, die 1 Minute vorher abgelassen worden war, den Hochsitz. Von $20^h\ 31^m$ ab war eine genauere Beobachtung nicht mehr möglich, weil der ganze Luftraum über den Kronen vom Esturmitstaub durchnebelt war und die Sonne schon 19 Minuten vorher den Horizont berührt hatte.

Diese Beobachtungen beweisen, daß selbst bei leicht-böigem Winde von 1 m/sec die Durchstäubung des Kronenraumes eine sehr vollständige ist, daß insbesondere mit mehrfacher Durchstäubung derselben Kronenteile bei einer Bestäubungsaktion gerechnet werden kann, wodurch eine zunächst ungleiche Verteilung, wie sie kaum vermeidbar ist, weitgehend ausgeglichen wird.

e) Einfluß von Bestand und Gelände.

Die kleinklimatischen Bedingungen von Bestand und Gelände machen sich selbstverständlich neben den Großbedingungen der Wetterlage geltend. Im Bestand Weißensee (westlich von Feucht) konnte ich zweimal am 10. Juni abends beobachten, daß die Bestäubungswolke in einem bestimmten Teil des Bestandes (er sei mit A bezeichnet) nicht das Kronendach zu durchbrechen vermochte, während sie ringsum (N) normal zu Boden sank. In A trug der Waldboden frischgrünes Schwarzbeerkraut, in N nur dürftiges

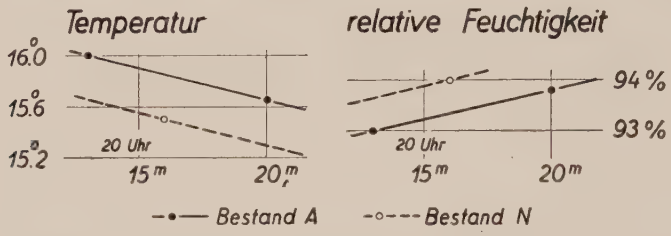


Abb. 5. Aspirationspsychrometermessungen in zwei Bestandteilen, die sich verschieden gegen die Bestäubungswolke verhielten (10. Juni abends).

Heidekraut. Vermutlich war in A das Kronendach geschlossener, trotzdem dies nicht unmittelbar zu sehen war. In A lag, wie sofort angestellte Messungen zeigten, die Temperatur etwas höher, die Feuchtigkeit etwas niedriger als in der Umgebung (siehe die Ergebnisse in Abb. 5). Daraus folgt, daß der Bestand A sein Wald-Sonderklima länger hielt, also um diese Abendstunde noch mehr die Tagesverhältnisse (warm und trocken) zeigte, als der übrige lockere Bestand. Weil A überdies an dem höchsten Punkt des im allgemeinen völlig ebenen Geländes lag, kommen 3 Ursachen für das Nicht-Absinken der Bestäubungswolke in Frage:

a) das dichtere Kronendach bot mechanisch einen wirksamen Abschluß gegen außen;

b) das dichtere Kronendach sperrte indirekt durch seine Wirkung auf das Mikroklima, hier also durch die im Innern des Bestandes etwas höhere Temperatur;

c) die Lage im erhöhten Gelände schuf eine lokalklimatische Bedingung für die Sperrung (Tendenz zum Aufwind aus orographischen Gründen).

Am 12. Juni morgens ließ sich im Bestand Schwarzwasser (nordöstlich von Feucht) das tieferliegende Gelände besser bestäuben als das höher-

gelegene, was mit Punkt c übereinstimmt und in der ruhigeren Luft in Kessellagen seine Ursache hat.[1])

Diese Beobachtungen mögen zugleich als Beispiel dafür dienen, welch günstige Gelegenheit zu mikroklimatischen Beobachtungen die Bestäubungsaktionen liefern. Die Messungen in Weißensee sind ein unmittelbarer Beweis für die bei der bestandsklimatischen Untersuchung in Wondreb seitens des forstmeteorologischen Instituts gefundenen Beziehungen von Waldluftkörper und äußerer Atmosphäre.[2])

An der bayerischen Landeswetterwarte sind vor kurzem durch A. Büdel erfolgreiche Versuche gemacht worden, durch künstlichen Rauch sichtbar gemachte Luftmassen vermittels kinematographischer Aufnahmen in ihrer Lebensgeschichte zu verfolgen. Diese Methode, bei Bestäubungsflügen künftig angewendet, dürfte die besten Aussichten bieten, ein objektives Tatsachenmaterial über das Verhalten der Bestäubungswolke in der Atmosphäre zu liefern und damit systematische Untersuchungen zu ermöglichen.

4. Die Motorverstäubung.

Vom meteorologischen Standpunkt aus ist das Motorverstäubungsverfahren gegenüber der Flugzeugmethode ungenügend. Es wird weder die Möglichkeit feinster Verteilung des Bestäubungsmittels ausgenützt, noch ist es möglich, die Bestäubungswolke dorthin zu bringen, wohin man sie haben will, so paradox dies zunächst auch klingen mag, weil man ja doch das Auspuffrohr an die gewünschte Stelle hinrichten kann. Als besonders nachteilig muß der Umstand angesehen werden, daß man vom Platz des Verstäubers aus die Wirkung nicht beurteilen kann.

a) Die Sperrschicht im Kronenraum.

Durch die Klappe am Auspuff des Motorverstäubers kann zwar reguliert werden, mit welcher Kraft die Bestäubungswolke den Kronenraum erreicht. Nach den Beobachtungen ist es aber praktisch nur erreichbar, daß das Esturmit entweder unter den Kronen sich ausbreitet oder über die Kronen hinausschießend sich jeder Kontrolle entzieht. Im ersten Fall hat der Motorführer den Eindruck, daß der ganze Kronenraum im Esturmitnebel ist, weil er durch die Wolke hindurch auf die Kronen sieht; im zweiten Falle sieht er die Hauptmasse der Bestäubungswolke überhaupt nicht. Erst ein weites Seitwärtstreten läßt bei geeignetem Gelände das Ungenügende des Verfahrens erkennen.

---

[1]) Vgl. R. Geiger, Mikroklima und Pflanzenklima, Abschnitt IV 2 (Handb. d. Klimatologie, herausgegeben von W. Köppen und R. Geiger, Band I, Teil D, Borntraeger 1930).

[2]) Siehe R. Geiger, Untersuchungen über das Bestandsklima III. Forstwissenschaftliches Centralblatt 1926, S. 341.

Begründet ist dieser Umstand darin, daß der Kronenraum eine scharfe meteorologische Trennungsschicht mit starkem Temperatur- und Feuchtigkeitssprung bildet, zumal in den Morgen- und Abendstunden, die für die Bestäubung in Betracht kommen. Die bestandsklimatischen Untersuchungen, die das forstmeteorologische Institut München in Wondreb und Schweinfurt durchführte, haben dies stets erwiesen. In der Abb. 6 sind als Beispiel zwei Temperaturzustandskurven dargestellt, die am 18. August 1930 in einem Schweinfurter Eichenbestand auf thermo-elektrischem Wege gefunden wurden.[1]) Die linke Kurve ist als Mittel von je 80 Einzelmessungen aus 7 verschiedenen Höhen gewonnen; diese Messungen fielen in die Zeit der Morgendämmerung. Am kühlsten ist es im Kronenraum, von dem aus die Nacht über die Wärmeausstrahlung gegen den kalten

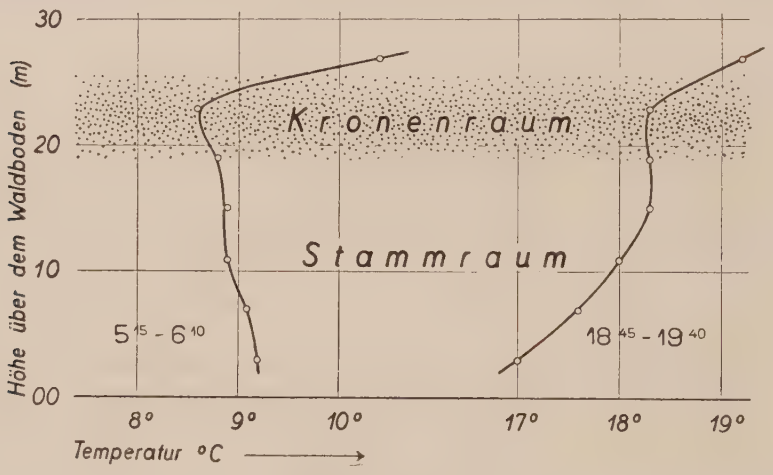


Abb. 6. Temperaturzustand im Wald bei Sonnenauf- und -untergang (nach thermo-elektrischen Messungen Schweinfurt 1930).

Himmel erfolgte. Im Inneren des Bestands ist es um einige Zehntelgrade wärmer. Über den Kronen aber macht sich die Erwärmung durch die aufgehende Sonne sehr stark bemerkbar. Die Oberfläche der Kronen, an der die Temperaturkurve den scharfen Knick hat, trennt zwei verschiedene Luftkörper voneinander. Ähnliches zeigt die Zustandskurve am Abend (Abb. 6 rechts, Mittel aus je 45 Messungen zur Zeit der Abenddämmerung); über dem im tiefen Schatten liegenden Waldboden ist es schon kühl, während über den Kronen wiederum eine relativ hohe Temperatur anzutreffen ist.

Schon bei der Flugzeugbestäubung wird das Vorhandensein dieser Trennungsschicht öfters am Verhalten der Wolke sichtbar. Wenn nämlich das Esturmit den Kronenraum erreicht hat, nimmt seine Sinkgeschwindig-

[1]) Näheres siehe bei R. Geiger und H. Amann, Forstmeteorologische Messungen in einem Eichenbestand. Forstwissenschaftl. Centralblatt 1931 und 1932.

keit plötzlich ab; die Wolke scheint sich auf die untere kühlere Luftmasse aufsetzen zu wollen. Während aber bei der Flugzeugmethode diese Hinderung für die von **oben** kommende Wolke meist ohne Folgen für die Staubverteilung ist, macht sie beim Motorverstäuber für die von **unten** kommende Wolke eine Durchstäubung des Kronenraums nahezu unmöglich. Zur Durchstoßung der „Sperrschicht" (wie solche Sprungschichten der Temperatur bezeichnenderweise in der Meteorologie genannt werden) entgegen der Schwerkraft gehört ein Energieüberschuß der hochgeschleuderten Wolke. Ist dieser aber vorhanden, so bewirkt er ein Weiterstoßen der Wolke, wenn sie einmal den Übergangswiderstand in der Sperrschicht überwunden hat.

Bewiesen wird diese Erklärung durch die häufig zu beobachtende Tatsache, daß die Bestäubungswolke — bei richtiger Regulierung der

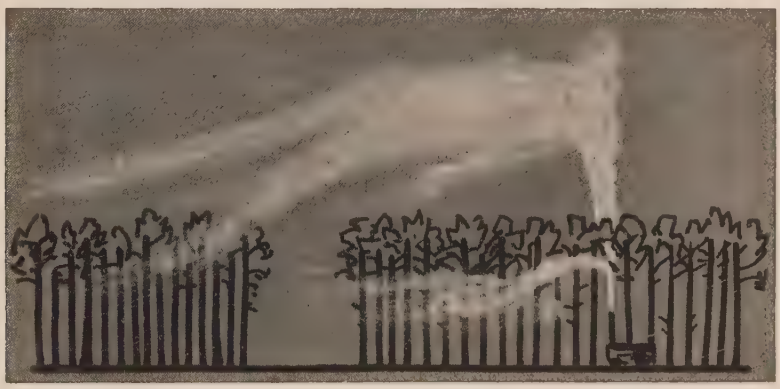


Abb. 7. Wolke des Motorverstäubers nach der Handskizze vom 13. Juni abends.

Klappe — sich teilt und zum Teil unter dem Kronendach bleibt, zum Teil darüber hinausschießt, also gerade den Kronenraum am wenigsten versorgt. Die Abbildung 7 zeigt die Wiedergabe einer am 13. Juni abends im Stiftswalde gefertigten Handskizze, die einen solchen Fall veranschaulicht.

b) Die Verluste über den Kronen.

Das über den Kronenraum hinausgeschleuderte Esturmit unterliegt viel ungünstigeren Bedingungen als das vom Flugzeug über dem Walde abgesetzte Bestäubungsmittel. Einmal wird durch den Motor die Wolke höher hinaufgeschleudert, als sie ein guter Flieger legt, wie gleichzeitige Flugzeug- und Motorverstäubungsbeobachtungen in unmittelbar angrenzenden Beständen am 13. Juni abends erkennen ließen. So wurden ebenda zeitweise mindestens 50 % des ausgeschleuderten Esturmits in andere, zum Teil mehrere 100 m abgelegene Bestände entführt.

Sodann kann das Bestäubungsmittel über dem Bestand nicht zur Ruhe kommen, weil von unten her stets neuer Nachschub erfolgt. Am 14. Juni morgens beobachtete ich Esturmit-Wolken, die alle typischen Eigenschaften einer aufquellenden Cumulus-Wolke zeigten. Die Abb. 8 gibt eine Skizze davon. Erst weit ab vom Bestäubungsplatz wurde Gestalt und Form der Wolke ruhiger.

Es ist daher ein gefährlicher Irrtum, wenn heute die Anschauung vertreten wird, man könnte den Motorverstäuber bei ungünstigerem Wetter, also noch später am Morgen und früher am Abend als das Flugzeug benutzen. Dieser Irrtum ist wohl dadurch entstanden, daß der Motorführer — an seinen Apparat gebunden — gar nicht sieht, daß das meiste Bestäubungsmittel über den Bestand weggeweht wird und verloren geht.

Abb. 8. Cumulusartige Quellformen in der Motorverstäuberwolke.
(Blick von der Ferne auf den bestäubten Bestand, Handskizze vom 14. Juni morgens.)

Weil der Motorverstäuber selbst große Unruhe in die Atmosphäre bringt, muß noch ruhigere Luft bei seiner Anwendung sein, als beim Flugzeug, damit die künstlich erzeugte Luftunruhe so rasch als möglich beseitigt wird.

c) Geringer Belag der Kiefernnadeln.

Mit der eben geschilderten Luftunruhe, die das Motorgebläse erzeugt, hängt es möglicherweise zusammen, daß die Ablagerung des Esturmits auf den Kiefernnadeln auffallend gering war. Dies zeigte sich schon am 13. Juni abends an Bäumen, deren untere Äste lange Zeit von einer ganz dichten Bestäubungswolke eingehüllt waren. Daraufhin legte ich am 14. Juni morgens auf einem Hochsitz Kiefernzweige aus. Der Motorverstäuber ging am Hochsitz vorbei und kam dort sogar unfreiwillig zum Stehen, so daß die Bestäubung außergewöhnlich stark war. Die Ablage-

rung auf den Nadeln war nur so groß, als an den am wenigsten bestäubten Teilen bei der Flugzeugmethode (geschätzt 30 bis 40 Teilchen je Nadel).

d) Einfluß kleinster Strömungen des Windes.

Bei den schwachen Winden, bei denen irgendein Bestäubungsverfahren überhaupt erst möglich ist, herrschen unter dem Kronendach und auf Waldwegen und Lichtungen besondere, meist äußerst schwache Windströmungen. So beobachtete ich am 10. Juni, daß Teile der absinkenden Flugzeugwolke nach Westen, Teile nach Osten abgetrieben wurden. Bei der Flugzeugmethode ist dies ohne schädliche Folgen, weil die Feinverteilung des Bestäubungsmittels im wesentlichen in der einheitlich gerichteten Luftströmung über dem Bestande erfolgt.

Der Motorverstäuber aber arbeitet gerade in dieser unsicheren untersten Zone. Am 13. Juni abends wurde bei leichtem Südostwind nahe am Donau-Main-Kanal bestäubt. Der Motor lief in Bahnen senkrecht zur Windrichtung, an der Luvseite des Stangenholzes beginnend. Als das Quartier fast fertig bestäubt war, machte sich ein leichtes Ausfließen der abendlichen Luft gegen den tieferliegenden Kanal bemerkbar; dies erfolgte als Westströmung. Die Bestäubungswolke trieb also in die eben bestäubten Teile des Stangenholzes zurück. In dem dichten Holz war gerade eine neue Bahn freigemacht worden und die eigentlich notwendige Umänderung des Bestäubungsverfahrens unterblieb, in diesem Falle mit Recht, weil der Wind im Bestand nach wenigen Minuten wieder aus der alten Richtung (Südost, wie über dem Bestand) wehte.

Bei dem Motorverstäuber ist also die Verteilung des Bestäubungsmittels, soferne es nicht über den Bestand hinausgeschleudert wird, der unsichersten Schicht der Atmosphäre anvertraut.

e) Einfluß des ungleichen Fahrttempos.

Endlich bringt der Gang des Motorverstäubers häufige Hemmungen nämlich:

a) der Motor versagt;
b) der Wagen hat sich in weichem Boden festgefahren;
c) die Achsen berühren einen Stamm;
d) der vorangehende Mann schlägt nicht rasch genug eine hinderliche Stange ab;
e) auf schlechtem, sandigem Wege läuft der Wagen langsamer als auf hartem Boden mit Wurzelwerk.

In allen diesen Fällen wird die Verstäubung eine örtlich ungleichmäßige, weil das Gebläse im gleichen Tempo weiterläuft. Das zwar technisch mögliche Auskuppeln des Gebläses bei laufendem Motor ist zu umständlich, als daß es auch bei kürzeren Hemmungen dieser Art benutzt werden könnte.

5. Tabelle zur Witterung während der Bestäubungsaktion.

1931	Messungen des forstmeteorologischen Institutes München					Messungen der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde			
	Im Kronenraum der Kiefern 9 m über dem Waldboden					Wendelstein bei Nürnberg	Pyrbaum	Altdorf bei Nürnberg	Krämersweiher
						Entfernung von Feucht			
Tag	Lufttemperatur			Relative Luftfeuchtigkeit		6 km WSW	10 km SE	10 km E	9 km NE
	Tagesmittel	Maximum	Minimum	Tagesmittel	Minimum	Meßzeit			
						7 h a.m.	6 h a. m.	7 45 a. m.	7 h a. m.
	°C	°C	°C	%	%	Regenmenge in mm			
Mai 31.	15,7	20,5	10,6	89	68	1,5	1,9	0,8	0,8
Juni 1.	12,2	19,1	7,7	87	53	1,7	1,4	4,6	14,1
2.	11,0	21,2	5,0	87	58	(3,0)	12.6	4,1	4,8
3.	12,1	21,3	4,0	82	48	5,6	3,6	4,5	4,9
4.	16,5	26,4	9,7	79	48	.	.	.	0,1
5.	17,8	29,5	5,7	73	44	.	.	.	.
6.	15,7	21,5	6,2	94	69	0,7	.	1,1	3,5
7.	13,9	19.5	8,9	81	52	6,9	3,6	12,0	6,3
8.	13,9	20,3	9,2	84	48	2,7	3,7	5,1	5,8
9.	14,6	21,7	9,0	89	61	3,0	7,6	7,6	4,6
10.	—	23,1	10,0	—	—	26,3	12,5	20,0	14,2
11.	19,9	29,0	11,6	77	52	0,7	8,6	0,4	2,6
12.	19,0	25,9	11,6	81	54	.	.	.	.
13.	18,3	24,7	10,7	80	47	4,4	1,5	2,4	0,8
14.	20,2	29,1	9,4	73	50	.	.	.	.
15.	18,2	23,3	10,2	73	52	1,2	3,5	6,6	1,6
16.	17,2	26,1	7,3	74	44	.	.	.	.
17.	21,4	31,3	8,8	67	33	.	.	.	.
18.	13,1	18,5	6,8	92	70	.	.	.	0,4
19.	13,8	22,6	4,2	74	44	11,5	10,8	11,3	9,9
20.	16,0	26,3	8,5	80	53	.	.	.	.
21.	13,4	20,1	6,9	81	49	1,5	.	1,1	0,6
22.	15,6	25,3	4,0	72	44	.	.	.	.
23.	18,0	28,0	5,1	70	40	.	.	.	.
24.	18,7	24,6	—	82	57	.	.	.	.
25.	—	—	—	98	94	37,2	14,0	38,7	46,4
26.	13,3	21,4	6,6	73	37	7,2	7,8	9,0	8,9
27.	14,9	24,5	2,2	67	36	.	.	.	.
28.	16,6	26,9	4,7	69	35	.	.	.	.
29.	18,6	28,4	6,5	70	34	.	.	.	.
30.	16,6	22,5	10,5	80	63	.	.	.	.
Juli 1.	17,4	27,7	5,2	77	50	.	.	.	.
2.	19,8	28,4	12,6	76	47	0.2	1,7	1,2	0,7
3.	21,4	30,6	11,2	70	41	.	.	.	.
4.	18,8	23,4	14,6	92	73	.	.	.	.
5.	16,0	17,4	14,4	100	100	10,2	12,1	8,8	12,8
6.	19,3	26,4	14,0	87	56	3,3	0,2	1,3	2,2
7.	14,7	20,2	10,4	91	67	.	5,0	0,2	.
8.	12,0	16,3	9,7	86	60	9,9	10,6	17,4	15,6
9.	14,7	21,7	8,0	71	44	.	1,7	0,3	0,7
10.	16,0	23,5	9,5	77	45	.	.	.	.
11.	17,1	24,3	—	79	44	.	.	1,3	1,8

Zur Biologie von Nemeritis canescens Grav. (Hymen. Ophion).

I. Züchtungserfahrungen und ökologische Beobachtungen.

Von

I. Beling.

(Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem.)

(Mit 5 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 224
I. Methodisches 224
a) Züchtungsverfahren 224
b) Vorteile der Züchtung 225
II. Beobachtungen und Versuche 226
A. Größe der Weibchen 226
B. Farbabweichungen und Mißbildungen 226
C. Legetätigkeit und Entwicklung 227
a) Der Anstich 227
b) Das Alter der befallenen Raupen 230
c) Die Anzahl der in einer Raupe abgelegten Eier und deren Größe . . . 230
d) Ist *Nemeritis* unmittelbar nach dem Schlüpfen legereif? 234
e) Die Anzahl der Nachkommen und die Dauer der Belegfähigkeit einzelner Weibchen 235
f) Entwicklung und Größe der *Nemeritis*larven im Raupenkörper 237
g) Das Verspinnen 239
h) Das Weibchen, Allgemeines Verhalten 241
D. Das Verhalten gegenüber einigen Umwelteinflüssen 242
a) Nahrungsaufnahme und Lebensdauer 242
b) Verhalten bei Aufenthalt in niedrigen Temperaturen 245
E. Das Männchen von *Nemeritis canescens* Grav. 245
III. Schluß 246
IV. Zusammenfassung 247
Literatur 248

Einleitung.

Die Mehlmottenschlupfwespe *Nemeritis canescens* Gravenhorst (Hymenopt. Ichneumon. Ophion) tritt fast regelmäßig in Mühlen auf. Ihre Larven schmarotzen in Raupen der Mehlmotte *Ephestia kuehniella*. Es lag nahe, zu versuchen, ob es möglich ist, die nützliche Ichneumonide das ganze Jahr hindurch im Laboratorium zu züchten. Dies ist nicht nur für den Praktiker von Interesse. Die Lebensweise von Schlupfwespen ist noch weitgehend unbekannt, allermeist deshalb, weil die Weiterzucht oft auf zu große Hindernisse stößt.[1]) Bei einigen Chalcididen und Braconiden ist die Zucht geglückt und konnte als Grundlage wertvoller biologischer und sinnesphysiologischer Untersuchungen dienen (Hase 1922, 1925, Voelkel 1925, Schulze 1926, Murr-Danielzick 1928, Parker 1931, Voukassovitch 1931). Die besonders geeigneten großen Ichneumoniden sind meines Wissens bisher nicht zu derartigen Untersuchungen herangezogen worden. *Nemeritis* stellt ein ideales Objekt für derartige Versuche vor. Sie ist, wie sich herausgestellt hat, im Laboratorium ohne Schwierigkeiten züchtbar, wenn ihr Wirt, die Mehlmotte *Ephestia kuehniella*, in ausreichendem Maße zur Verfügung steht. Bis in die jüngste Zeit hinein war das Männchen unbekannt. Die Weibchen pflanzten sich in den beobachteten Fällen ausschließlich parthenogenetisch fort, wobei stets Weibchen auftraten. Zufällig wurde in einer unserer Kulturen ein Männchen gefunden, dem nach einiger Zeit noch mehrere andere folgten. (Dautert-Willimzick 1931). Die Hoffnung, weitere Männchen zu erhalten, hat sich indessen im Verlauf der jetzt zweijährigen geglückten Weiterzucht von *Nemeritis canescens* nicht erfüllt.

I. Methodisches.

a) Züchtungsverfahren.

In Amerika, Rußland, Frankreich und Italien ist die Zucht von *Nemeritis canescens* neuerdings ebenfalls mit Erfolg versucht worden. (Wojnowskaja 1927/28, Whiting 1928, Candura 1928, Diamond 1929, Daviault 1930). Nur in einer der Veröffentlichungen (Diamond 1929) konnte ich eine Angabe über die Technik der Zucht finden.

Bei meinen Zuchtversuchen ging ich folgendermaßen vor: Als Zuchtgefäße nahm ich gutschließende 10 cm Petrischalen. Es ist zweckmäßig, die in die Schale verbrachten Mehlmotten-Raupen mit einer dünnen Schicht von Haferflocken zu bestreuen. So kann das dichte Bespinnen der Glasschalenwände, das die Durchsicht behindert, vermieden werden. Es ist belanglos, ob man hierauf die Parasiten sofort zusetzt oder wartet, bis die Raupen sich versponnen haben. Noch herumkriechende Raupen entkommen den Anstichen gelegentlich, werden dann aber in ihrem Gespinst am nächsten oder übernächsten Tage noch angestochen. Man kann die Lebensdauer der Weibchen durch Fütterung (Zusetzen eines Tropfens von dünnem Honig oder von Zuckerwasser) etwas verlängern. Die Anzahl der Raupen betrug meist 30, hierzu kam je eine Schlupfwespe. Dann werden die

[1]) So mißglückte beispielsweise der von Hase 1919 unternommene Versuch, die Chalcidide *Lariophagus distinguendus* (Först.), die an Larven des Kornkäfers *Calandra granaria* schmarotzt, weiterzuzüchten.

Schalen sich selbst überlassen. Ich erhielt bei Zimmertemperatur von + 18° bis + 22° C in einem Spielraum von 5—6 Wochen 10—24 Nachkommen aus jeder Schale. Die Tiere sind in der angegebenen Temperaturbreite beweglich und anstechlustig. Man erhält etwa 10—12 Generationen im Jahr. Im Winter ließ sich keine Abnahme der Vermehrung bei Zimmertemperatur feststellen. Im Jahr können bei entsprechender Ausnutzung der Nachkommen Tausende von ♀♀ gezogen werden.

Die geschlüpften Imagines werden aus den Schalen am besten entfernt, indem man sie in der Nähe des geschlossenen Fensters abfliegen läßt. Die stark phototaktischen Tiere fliegen sogleich gegen die Scheiben und können dort bequem abgenommen werden. Vorsichtiges Anfassen mit den Fingerspitzen schadet ihnen nicht und ist bequemer als das Fassen mit einer weichen Pinzette. Die Tiere versuchen beim Anfassen heftig, natürlich wirkungslos zu stechen. Man kann die Weibchen anstatt gegen die Fenster auch in ein Glasaquarium fliegen lassen, dessen offene Seite dem Fenster abgekehrt ist. Die Einrichtung hat sich für das Einfangen bestimmter Imagines zu Markierungszwecken als praktisch erwiesen.

Abb. 1.
Aufbewahrungsgefäß für geschlüpfte Weibchen.

Zur Aufbewahrung größerer Mengen von Weibchen im Zimmer oder im Kälteschrank eignen sich Glasgefäße von der in Abb. 1 angegebenen Form. Sie geben den Tieren genügenden Bewegungsraum und ermöglichen die Entnahme einzelner Tiere. Bei Verdunkelung oder Schütteln des Kolbens wandern die Schlupfwespen in den kurzen Hals des Gefäßes. Zur Fütterung kann ein mit Zuckerwasser getränkter Wattebausch in das Gefäß gelegt werden. Die Ausmaße des Glaskolbens sind: Durchmesser des Bodens: 20 cm, Höhe inkl. Hals 16 cm, Halsweite ca. 3 cm.

b) Vorteile der Züchtung.

1. Die ausgesprochene Parthenogenese von *Nemeritis canescens* hat für eine Massenzucht erhebliche Vorteile. Es sind alle Nachkommen, da ausschließlich Weibchen, — zur Weiterzucht verwendbar. Eine Massenvermehrung zum Zwecke der biologischen Bekämpfung der Mehlmotte *Ephestia kuehniella* ist leicht zu bewerkstelligen; hierauf wird von Diamond, Daviault und Wojnowskaja hingewiesen.

2. *Nemeritis canescens* eignet sich besonders zu sinnesphysiologischen Untersuchungen aus folgenden Gründen. a) Sie kann das ganze Jahr hindurch ohne besondere Mühewaltung gezüchtet werden. b) Sie bietet durch ihre Größe (durchschnittlich über 1 cm Länge) die Möglichkeit zur Markierung einzelner Tiere. Dies stößt bei den bisher „als Laboratoriumstier“ gezüchteten Schlupfwespen ihrer Kleinheit wegen auf Schwierigkeiten.

II. Beobachtungen und Versuche.

Während der Zuchtversuche machte ich verschiedene Beobachtungen und Experimente in bestimmter Richtung. Manches habe ich weiter zu verfolgen gesucht. Das Hauptaugenmerk wurde auf die Ausarbeitung einer brauchbaren Zuchtmethode gelegt. So sind betreffs der Ergebnisse noch mancherlei Fragen offen.

A. Größe der Weibchen.

Das Weibchen von *Nemeritis canescens* (Abb. 2) wird von Schmiedeknecht eingehend beschrieben. Schmiedeknecht gibt die Länge der Schlupfwespe mit 6—7 mm an.

Da mir bei meinen Zuchten Schwankungen in der Größe der Tiere auffielen, selbst wenn diese von einer Mutter abstammten und unter ein-

Abb. 2. Das Weibchen von *Nemeritis canescens* Grav.
Nach Dr. F. W. Winter, Schädlingstafeln d. Dtsch. Ges. f. angew. Entom. Serie II, Nr. 1. (Vergr. 20fach.)

heitlichen Bedingungen aufgezogen worden waren, habe ich an einigen Hunderten von Tieren Längenmessungen ausgeführt. Es ergab sich ein Spielraum von 5—9 mm Länge, wobei sich keine Abweichungen der Größe je nach Art der Konservierung ergaben. Es wurden gemessen: 1. hundert Trockenexemplare, 2. hundert in Alkohol aufbewahrte Exemplare (70prozent. Alk.) und 3. 15 Frischtiere unmittelbar nach dem Abtöten in einem Glas, das mit Essigester getränkte Holzwolle enthielt. Dabei wurde Sorge getragen, daß nur gut gestreckte Exemplare zur Messung kamen. Gemessen wurde die Körperlänge von der Stirn bis zum Ansatz der Stachelscheiden. Die Antennen und der Lageapparat wurden nicht mitgemessen. Gemessen mit Antennen und Bohrer, erreichen die Weibchen eine Durchschnittsgröße von 1,3 bis 1,5 cm. (Über die Länge der Männchen vgl. S. 246.)

B. Farbabweichungen und Mißbildungen.

Bei den im Laboratorium gezüchteten Tieren kamen 2 Farbverschiedenheiten vor, die auf den ersten Blick ins Auge fielen: hellgelbe Unter-

seite des Abdomens und grünlich-gelbe Unterseite des Abdomens. In den meisten Fällen herrscht eine grünlich-gelbe Farbe der Abdomen-Unterseite vor. Die „gelben" stellen die Ausnahme dar. Sehr oft handelt es sich bei letzteren um Tiere, deren Abdomen nach dem Schlüpfen ungewöhnlich stark aufgetrieben ist, so daß sie zunächst nicht recht fliegen können. Nach 1 bis 2 Tagen sind sie jedoch schmäler und flugtüchtiger geworden. Ich dachte zunächst, eine übergroße Anhäufung von reifen Eiern bewirke diese Auftreibung. Doch verliert sich die Aufgetriebenheit des Abdomens auch, wenn den Tieren keine Gelegenheit zur Eiablage gegeben wird. Viel eher scheint eine Menge von Flüssigkeit im Hinterleib die Tiere schwerfällig zu machen. Um was es sich handelt, entzieht sich meiner Kenntnis. In manchen Fällen sah ich auch, daß das Abdomen in 2 bis 3 Tagen etwas nachdunkelte und seine auffällig hellgelbe Färbung verlor. Viele Tiere aber blieben während ihres gesamten Lebens hellfarbig.

Bei der Nachzucht ergab sich, daß unter den Nackommen eines „gelben" Weibchens fast immer wieder einige „gelbe" Individuen auftraten, während unter den Nachkommen des „normalen" grün-gelben Typus die „hellgelben" Ausnahmen darstellten. „Gelbe" Weibchen haben aber auch „normale" Nachkommen. Da die „gelben" den größten Prozentsatz fluguntüchtiger Weibchen darstellen, ist anzunehmen, daß die abweichende Abdomenfarbe eine Defektkomponente darstellt. Vielleicht liegen Ernährungsstörungen bei der Entwicklung vor. Untersuchungen hierüber habe ich nicht angestellt.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf die Fälle von beobachteten Mißbildungen hinweisen. Es waren nur in ganz vereinzelten Fällen Mißbildungen festzustellen. Unter etwa 800 Schlupfwespen befanden sich 5 Tiere mit anormal geformten Stachelscheiden, die den Legestachel nicht bedeckten, sondern weit nach aufwärts gebogen waren. In 2 weiteren Fällen fand ich Tiere mit verkrüppelten Beinen und in einem Fall ein Tier mit knotig verwachsenen Antennen.

Die Tiere mit verbildetem Stachelapparat hatten keine, die Weibchen mit mißgebildeten Beinen hatten normale Nachkommen.[1])

Weiter ist in diesem Zusammenhang noch die Sterblichkeit fast vollkommen schlüpfreifer Puppen zu erwähnen. Nach meiner Schätzung starben etwa 10% aller Weibchen im Kokon.

C. Legetätigkeit und Entwicklung.

a) Der Anstich.

*Nemeritis*weibchen, die zu Mehlmottenraupen gesetzt werden, beginnen meist sogleich mit dem Anstich, ohne durch das Übertragen sehr beunruhigt zu werden. Dieselbe Beobachtung hat Hase bei *Trichogramma evanescens*, *Habrobracon juglandis* und anderen Schlupfwespen gemacht.

[1]) Das Tier mit verbildeten Antennen wurde nicht zu Zuchtversuchen benutzt.

Sobald *Nemeritis* in die Nähe einer Mehlmottenspur kommt, — es genügt, daß in einer Glasschale vor einer Minute eine Raupe herumgekrochen ist, — wird der Bohrer unter den Hinterleib gekrümmt, bis er unter den Stachelscheiden hervortritt. In dieser charakteristischen Stichstellung wird die Unterlage mit dem Bohrer abgetastet, wobei lebhaftes Antennenspiel entfaltet wird. Ebenso fein und schnell reagiert auf Geruchsspuren nach den Untersuchungen von Murr-Danielzick die Braconide *Habrobracon juglandis*, die ebenfalls auf Mehlmottenraupen schmarotzt. Die beschriebene Stichstellung wird von *Nemeritis* auch beim Befühlen verlassener Mottengespinste eingenommen, die von allen Seiten aufs heftigste angestochen werden. Sogar schlüpfreife *Nemeritis*-Kokons, die in Mehlmottengespinsten liegen, werden angestochen. Einem Weibchen wurden einzeln in reinen Schalen 1. eine Mehlmottenraupenspur, die etwa 2 Minuten alt war, 2. ein leeres Mottengespinst, 3. ein leerer *Nemeritis*-Kokon, der aus seiner Mottengespinsthülle herausgenommen war, und 4. ein schlüpfreifer *Nemeritis*-Kokon, ebenfalls ohne Umhüllung, geboten. Sämtliche Objekte, auch die Spur, lösten normale Stichreaktionen aus. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von frei kerumkriechenden und im Gespinst befindlichen Raupen werden im allgemeinen die in Ruhe befindlichen Objekte eher angegriffen. Ja, selbst leere Gespinste werden den in Fortbewegung befindlichen Raupen vorgezogen. *Nemeritis* scheint demnach wenig durch Wahrnehmung ausgeführter Bewegungen des Beutetieres zum Anstich veranlaßt zu werden. Voukassovitch (1931) gibt sogar an, daß überhaupt nur versponnene Raupen angestochen, frei umherkriechende jedoch verschmäht werden. Doch war dies bei meinen Beobachtungen nicht der Fall. Das Anstechen herumkriechender Raupen geschieht oft auf uns recht ungeschickt erscheinende Weise. Die angreifende Ichneumonide wird von der flüchtenden Raupe mitgezerrt, fällt dabei von deren Körper herab, in solchen Fällen wird unaufhörlich weiter gestochen, doch trifft der Stich in der Mehrzahl der Fälle daneben. Sehr oft erhält die angegriffene und flüchtende Raupe überhaupt keinen Stich, da *Nemeritis* ausschließlich in den Raum zwischen Raupenkörper und Glasschalenboden hineinsticht. Ist die Raupe getroffen, hängt des öfteren die Stachelspitze noch einen Augenblick im Raupenkörper fest, sodaß die Wespe ein Stück von der sich krümmenden Raupe mitgezogen wird. Beim Anstich zuckt die Raupe zusammen. In einem Falle sah ich, wie die Raupe den Kopf nach der Anstichstelle krümmte. Häufig konnte ich beobachten, daß schon versponnene Raupen nach dem Anstich ihre Hüllen verließen, offensichtlich um sich den Angriffen zu entziehen.

Parker (1931) konnte hinsichtlich des Verhaltens der Schlupfwespe *Macrocentrus gifuensis* an den Larven von *Pyrausta nubilalis* ganz übereinstimmende Beobachtungen machen, besonders, was den uns sinnlos erscheinenden Angriff auf leere Gespinste betrifft: (S. 27 ff.) „No expression can better describe the actions and movements of the females, than to say that they appear to be extremely stupid. They cannot locate the host precisely and often stumble around over a larvae without stinging it at all“ Nach Parkers

Ansicht ist dieses Verhalten unter Insekten eher die Regel als die Ausnahme, wie er mit einigen weiteren Beispielen belegt.

Um zu erfahren, ob die Stiche von *Nemeritis* in Mottenkulturen durch die Mehldecke hindurch ganz wahllos oder zielgerichtet sind, habe ich folgenden Versuch angestellt: Eine Petrischale, in der unter etwa ein Zentimeter hoher Haferflockenschicht 19 Raupen eingesponnen waren, wurde senkrecht gegen eine starke Lichtquelle gehalten. Die Raupen hatten sich am Boden der Glasschale versponnen. Da ihre Gespinste in länglicher Form am Glasboden ansetzten, konnte man sie ausgezeichnet von unten her sehen, von oben dagegen der bedeckenden Haferflockenschicht wegen nicht. Bei vertikaler Haltung der Schale im durchfallenden Licht konnte deutlich von hinten her beobachtet werden, wann und wo der Stachel einer vorn auf den Haferflocken herumwandernden *Nemeritis* die Decke durchbohrte. Innerhalb von 7 Minuten wurde die Schicht 58 mal durchstochen; dabei wurde 23 mal ein Raupenkörper getroffen. Der Stachel tastete über die Schicht, unter der die Raupen lagen. Er versuchte in jede Ritze zwischen den Schollen der durch Gespinste zusammengeballten Haferflocken einzudringen. Oft wurde anscheinend ahnungslos über einer Raupe weggelaufen, dagegen an leeren Stellen lange sondiert. Sehr oft erschien die Stachelspitze haarscharf neben einem Raupenkörper, wurde aber ruhig wieder zurückgezogen und in die nächste Ritze versenkt. Im Augenblick jedoch, wo die Stachelspitze den Körper einer Raupe traf, erfolgte sofort blitzschnelles erneutes Zustoßen von großer Heftigkeit, bis die Raupe getroffen zusammenzuckte. Die „Taststiche" und „Treffstiche" waren von gleicher Dauer. Bei dem eben beschriebenen Versuch konnte festgestellt werden, daß ein und dieselbe Raupe wieder und wieder bestochen, gleichsam immer wieder neu entdeckt werden kann. Dies konnte ich besonders bei einer Raupe, die ungeschützter als die anderen lag, beobachten. Gleichzeitig kam es dagegen vor, daß einige Raupen überhaupt keinen Stich erhielten. Ähnliche Beobachtungen machte auch Candura (1928).

Es ist demnach zum guten Teil „Zufallssache", ob und welche Raupen vom Anstich der Weibchen ereilt werden. In nicht vermottetem Mehl und Haferflocken erfolgen keinerlei Stichreaktionen. Vermutlich sind es von den Wirtstieren oder deren Produkten (Gespinste, Häute, Kot) ausgehende und im Substrat sich verteilende Duftstoffe, die den Schlupfwespen die Anwesenheit geeigneter Wirte ankündigen. Diese lösen die Stichreaktionen aus, deren Erfolg vom Zufall abhängig zu sein scheint.

Wie die „Spurreaktionen" beweisen, werden schon geringe Duftmengen des Wirtstieres wahrgenommen. Eine exakte Untersuchung der Leistungen des Geruchssinnes dieser Schlupfwespe dürfte von Interesse sein.[1])

Nach dem Anstich, zumeist aber erst nach einer ganzen Reihe (bis zu 20) von Stichbewegungen, tritt eine Stichpause ein, die durch langes

[1]) Hierüber liegt nur eine Beobachtung von Diamond vor, nach der *Nemeritis* nur innerhalb eines Bereiches von 7,5—10 cm imstande ist, den Wirt aufzufinden.

und ausführliches Putzen ausgefüllt wird. Nach besonders vielen und heftigen Anstichen konnte ich *Nemeritis*-Weibchen inmitten einer Menge frischen Raupenmaterials eine halbe bis ganze Stunde lang in völliger Ruhe verharren sehen. Auch das Antennenspiel war eingestellt. Ich vermute, daß zugleich mit einer Ermüdung des Legeapparates eine Abstumpfung des Geruchsvermögens eintritt. Parker (1931) berichtet von unter gleichen Umständen eintretenden Ruhepausen bei *Macrocentrus gifuensis*.

Die getroffenen Raupen werden durch den Anstich nicht gelähmt, sondern bleiben noch tagelang beweglich. Es ist auch die Regel, daß sie sich nochmals einspinnen, falls sie bei dem Angriff der Wespe ihr Gespinst verlassen haben. Raupen, die bisher noch unversponnen waren, verspinnen sich meist bald nach der Infektion.

b) Das Alter der befallenen Raupen.

Nemeritis bevorzugt schon versponnene oder wenigstens verpuppungsreife Mehlmottenraupen. Unter künstlichen Bedingungen entschließt sie sich auch zum Anstich jüngerer Stadien, aber diese Raupen sterben in der Mehrzahl der Fälle vorzeitig ab. (Wojnowskaja, Candura[1]).) Die Beobachtungen Wojnowskajas, daß angestochene alte und junge Puppen fast immer Schmetterlinge ergeben, auch wenn sie ausgiebig bestochen worden sind, kann ich ebenfalls bestätigen. Die Anstiche sind, wohl des harten Chitins wegen, an Puppen in der Mehrzahl wirkungslos. Daviault dagegen berichtet, daß in seinen Versuchen junge Puppen mit noch weichem Chitin geradezu bevorzugt werden.

Nach dem Absterben des Wirtes spinnt sich die ausgewachsene *Nemeritis*made unter dem schützenden Dach des Wirtskokons ein. Oft liegt der Parasitenkokon sogar doppelt geschützt: einmal unter dem lockeren Gespinst des Wirtes, und außerdem noch in dessen Puppenhülle, falls die befallene Raupe sich noch verwandeln konnte. Zu früh parasitierte Raupen gehen meist vor dem Spinnen eines Kokons zugrunde, so daß der auskriechende Parasit überhaupt keine Schutzhülle über sich vorfindet. Vielleicht ist dies der Grund für eine sonderbare Erscheinung, die später (S. 241) näher besprochen wird, und die ich als das „Auswandern" der Larven bezeichnet habe.

c) Die Anzahl der in einer Raupe abgelegten Eier und deren Größe.

Die Anzahl der in einer Raupe abgelegten Eier kann variieren. Niemals aber ist das Ausschlüpfen von mehr als einer Imago aus einer Raupe beobachtet worden. Wojnowskaja fand bis zu 15 Eiern in einer Raupe, Candura 1—4, Whiting „stets viele Eier" und Daviault gewöhnlich 5—6 Eier. Ich selbst habe bis zu 19 Eier und in einem Falle

[1]) Candura gibt allerdings an anderer Steile an, daß junge angestochene Raupen noch imstande sind zu fressen, zu wachsen und sich einzuspinnen.

29 Larven und 3 Eier in einer Raupe gefunden (S. 239). Auch Rietra (1932) gibt so hohe Ziffern an. Wojnowskaja ist der Ansicht, daß normalerweise nur ein Ei in jeder Raupe abgelegt wird und eine Mehrbelegung nur bei Raupenmangel stattfindet. Dies erscheint mir zweifelhaft: Wie ich häufig beobachtete, besticht *Nemeritis* eine ihr begegnende Raupe, die sie vor wenigen Minuten bestochen hat, und die nun beunruhigt in der Schale herumwandert, ohne weiteres nochmals und abermals, auch wenn ihr andere, gesunde Raupen in Mengen zur Verfügung stehen. (Vgl. auch Vers. S. 229) Raupen, die soeben von einem Weibchen angestochen worden sind, werden von anderen Weibchen wieder angegriffen, als ob es sich um unversehrte Wirtstiere handelte. Candura macht dieselbe Beobachtung. Er gibt außerdem an, daß bereits infizierte Raupen wahllos in Thorax und Abdomen, gesunde dagegen stets in die Rückenseite der Brustringe gestochen würden. Diamond gibt dagegen an, daß bei der Eiablage kein bestimmter Körperteil bevorzugt wird. Auch ich habe derartige Beobachtungen wie die Canduras nicht machen können, vielmehr festgestellt, daß es *Nemeritis* bei umherkriechenden, gesunden Raupen oft mit großer Anstrengung eben noch gelang, den Flüchtenden einen Stich in das Hinterende zu versetzen. Bei Raupen, die im Gespinst angestochen wurden, kam es mir erst recht so vor, als ob eine Zielrichtung auf einen bestimmten Körperteil nicht in Frage kommen könnte. Zuletzt möchte ich hier noch an die Unfähigkeit von *Nemeritis* erinnern, schon bestochene Gespinste von unversehrten zu unterscheiden.

Um zu erfahren, ob auch eine stärkere Belegung einer Raupe als mit 6—8 Eiern, wie sie in meinen Versuchen üblich war, die Vollentwicklung des überlebenden Parasiten nicht hemmen oder ganz verhindern kann, stellte ich die folgenden „Überstechungsversuche“ an. In einem Glasgefäß wurden einzelne Raupen mit 20—50 *Nemeritis*-Weibchen zusammengebracht. Die Schlupfwespen bestachen die Raupen mit großer Ausdauer immer wieder. Nach etwa eintägigem Aufenthalt bei den Schlupfwespen wurden die Raupen entfernt und isoliert weiter beobachtet.

Versuch 1. Es waren über 40 Anstiche auf einer Raupe durch 25 Weibchen gezählt worden. Nach 4 Wochen fand sich ein normaler *Nemeritis*-Kokon vor. Er enthielt eine ausgebildete aber im Kokon gestorbene Imago. Die Überbelegung kann nicht die alleinige Ursache sein, da ich solche „Kokonleichen“ auch in vielen anderen Fällen beobachten konnte (vgl. S. 227). Festzustellen war auf jeden Fall, daß auch hier trotz so ungewöhnlich vieler Anstiche eine *Nemeritis*-Larve bis zur Spinnreife herangewachsen ist.

Versuch 2. Zwei Raupen wurden 20 *Nemeritis*-Weibchen einen Tag lang überlassen. Die Raupen erhielten zahlreiche Anstiche. Am Abend bewegten sich die Raupen noch und krochen, wenn auch mühsam, umher. Die Raupen wurden nach der Infektion aus äußeren Gründen noch zwei Tage im Eisschrank (bei + 4° C) aufbewahrt, ehe sie in Schalen mit Haferflocken kamen. Ich erwartete ein Absterben der Raupen. Nach 4 Wochen fanden sich jedoch zwei *Nemeritis*-Kokons, aus denen nach einer weiteren Woche zwei normale Weibchen schlüpften.

Versuch 3. Zwei Raupen wurden 25 *Nemeritis*-Weibchen einen Tag lang überlassen, und blieben dann acht Tage im Eisschrank. Die Raupen verpuppten sich nach

Überführung in Zimmertemperatur: aus ihnen resultierten zwei *Nemeritis*-Kokons, von denen der eine ein normales Weibchen ergab, der andere eine tote Puppe enthielt.

Einige weitere Versuche in dieser Richtung bestätigten, daß auch aus einer außergewöhnlich stark parasitierten Raupe ein normales Tier schlüpfen kann. Es spielt also keine Rolle, ob eine bereits bestochene Raupe nochmals belegt wird. Meine Ergebnisse stehen im Gegensatz zu Diamond, welcher seltsamerweise berichtet, daß eine doppelt parasitierte Wirtsraupe mitsamt ihren Schmarotzern unweigerlich zugrunde geht. (S. 89 ff.): „Two parasites never emerge from the same host larva and if double parasitized it invariably dies prematurely and the contained parasites also die." Auch die mehrmals bestochene Raupe lebt meist noch lange genug, um die Vollentwicklung der überlebenden Larve sicherzustellen. Derartig starke Überstechungen von Raupen wie in diesen Versuchen dürften allerdings ungewöhnlich sein. Zur Kontrolle der obigen Ergebnisse erhebt sich nun die Frage: legt *Nemeritis* bei jedem Anstechen Eier ab, und wie viele?

Ich ermittelte: 1. Die Anzahl der abgelegten Eier nach wiederholtem Anstechen einer Raupe durch *Nemeritis* und 2. die Anzahl der abgelegten Eier nach einem einzigen Anstich. Daviault betont, daß man das Ei nur mit großer Schwierigkeit im Raupenkörper findet. Über die Methode der Untersuchung gibt er nichts Näheres an. Ich habe die Raupe in physiologischer Kochsalzlösung vorsichtig aufgeschnitten. Unter dem Binokular wurde dann Tropfen für Tropfen und Stück für Stück des Leibesinhaltes drei- bis viermal hintereinander untersucht. Bei einiger Übung fand ich die länglich ovalen, milchig durchscheinenden Eier bald. Über die Größe der Eier vgl. S. 234. Die Gefahr, ein Ei seiner geringen Größe wegen zu übersehen, ist sehr groß, und das eine oder andere Ei kann auch beim Präparieren zerstört werden. Dies sind die Gründe, weswegen ich die nachstehenden Befunde nur als Annäherungswerte bezeichnen möchte.

1. Die Anzahl der abgelegten Eier in einer Raupe nach wiederholtem Anstich.

Sechs *Nemeritis*-Weibchen, die bei Honigfütterung 15 Tage lang isoliert gehalten worden waren und noch nie angestochen hatten, bestachen unter dauernder Beobachtung 4 Mehlmottenraupen. Diese waren zum Zwecke des besseren Unterscheidens voneinander markiert worden.[1]) Die Angriffslust der Schlupfwespen wurde durch die kleinen bunten Tupfen nicht gestört. Von den 4 markierten Raupen empfing die blaugezeichnete (a) in der folgenden halben Stunde 18 Anstiche, die gelbmarkierte (b) 15 Anstiche, die grünmarkierte (c) 16 Anstiche und die rotgezeichnete (d) ca. 8 Anstiche.[2])

[1]) Markierung mit Malerfarbe, die in weißem Schellack + 95% Alkohol angerührt wurde.

[2]) Für die rote Raupe kann die Anzahl der Anstiche nicht mit Sicherheit angegeben werden.

Die Präparation der Raupen ergab: Raupe a = 18 Anstiche, gefunden 16 Eier; Raupe b = 15 Anstiche, gefunden 12 Eier; Raupe c = 16 Anstiche, gefunden 19 Eier; Raupe d = ca. 8 Anstiche, gefunden 12 Eier.

Die Ergebnisse sind zweideutig. Einerseits scheint ein Fehl- oder besser „Leer"stechen möglich zu sein, andererseits, wie bei Raupe c, spricht der Befund für ein Austreten mehrerer Eier bei einem einzigen Stich. Da es sich hier um gealterte Weibchen handelte (15 Tage) ist es möglich, daß sich infolge der vorher fehlenden Gelegenheit zum Anstich nunmehr bei den ersten Anstichen mehrere Eier im Ovidukt befinden, die infolge des entstandenen starken Eierdruckes alle zugleich austreten. Um dies festzustellen, experimentierte ich nun im folgenden mit noch älteren und vergleichsweise mit frischgeschlüpften Weibchen, wobei ich aber jede Raupe nur ein einziges Mal bestechen ließ, um einen besseren Überblick zu gewinnen:

2. Die Anzahl der abgelegten Eier nach einem einzigen Anstich.

Zwei Weibchen, die ohne Anstichmöglichkeiten bei Honigfütterung 23 Tage alt geworden waren, bestachen jedes zwei Raupen je einmal. Die Präparation der Raupen ergab:

Weibchen I:	Anstich	1 = 0	Eier gefunden
	„	2 = 1	Ei „
Weibchen II:	Anstich	1 = 1	Ei „
	„	2 = 3	Eier „

Weibchen 2 hat beim zweiten Anstich augenscheinlich gleichzeitig 3 Eier abgelegt. Die Möglichkeit, daß die Raupe etwa bereits vorher schon infiziert war, ist, ebenso wie bei allen anderen Versuchen dadurch ausgeschlossen, daß die Raupen in besonderen Zuchtgläsern unter Glasglocken aufgezogen worden waren.

Zum Vergleich wurde je ein Anstich von ganz frisch geschlüpften Tieren beobachtet. Der Versuch wurde mit 18 Weibchen durchgeführt. In nur zwei Fällen fand sich mehr wie ein Ei, nämlich im 1. Fall zwei, im 2. Fall drei Eier.

Zusammenfassend kann man demnach wohl feststellen, daß in der Regel ein einziges Ei pro Anstich abgelegt wird. In einigen Fällen wurde sowohl bei jungen, wie bei alten Weibchen die gleichzeitige Ablage von mehreren — bis zu drei — Eiern beobachtet. Nach Pampel besitzen die Ophioninen, wie von Krüger bei *Nemeritis* bestätigt ist, Ovidukte mit uterusartigen Erweiterungen, in denen die Eier heranwachsen oder gesammelt werden. Hier liegt wohl die Ursache, daß auch ein schubartiges Austreten mehrerer Eier zugleich vorkommen kann. Mehrfaches Anstechen ein- und derselben Raupe, also mehrfache Eiablage in eine Raupe scheint, entgegen der Annahme Diamonds, die Regel zu sein.

3. Die Größe der Eier.

Messungen von aus Raupen herauspräparierten *Nemeritis*-Eiern sind von Rietra und Diamond ausgeführt worden. Rietras Werte sind etwas kleiner, wie die von Diamond angegebenen, da sie den Einhalt unter Weglassung der Eischale gemessen hat. Dies geschah mit Rücksicht auf die bei der Fixierung — es handelt sich hier um Schnittmessungen — in unkontrollierbarer Weise geschrumpfte oder zerrissene Eischale. Meine mit den Werten von Diamond gut übereinstimmenden Messungsergebnisse beziehen sich auf 20 *Nemeritis*-Eier.[1]) Sie schwanken in der Länge von 0,20 bis 0,30 mm, in der Breite von 0,07 mm bis 0,1 mm. Im Durchschnitt betrug die Länge 0,24 mm, die Breite 0,08 mm.

d) Ist Nemeritis unmittelbar nach dem Schlüpfen legereif?

In der Literatur finden sich widersprechende Angaben über den Zeitpunkt, an dem *Nemeritis* nach dem Schlüpfen erfolgreiche Anstiche ausführen kann. Wojnowskaja gibt an, daß die Infektion erst am nächsten oder übernächsten Tage nach dem Schlüpfen stattfindet. Nach Candura können die Schlupfwespen erst einige Tage nach dem Schlüpfen Eier ablegen. Nach Daviault sind die Weibchen einige Stunden nach dem Schlüpfen legereif.

Eine Anstechbereitschaft besteht nach meinen Beobachtungen schon unmittelbar nach dem Schlüpfen. Die Tiere wandern auf den Kokons umher und stechen unter lebhaftem Antennenspiel die Gespinste an. In der Regel wird dabei sogar das Gespinst der zugrunde gegangenen Raupe, die die schlüpfende *Nemeritis* soeben verlassen hat, bestochen. Es wurden nun Versuche angestellt, um zu ermitteln, ob die Fähigkeit, Eier abzulegen, gleichzeitig mit der Anstechbereitschaft zusammenfällt. Aus besonderen Zuchten, die leicht zu übersehen waren, und alle 5—10 Minuten kontrolliert wurden, erhielt ich Tiere, deren Alter innerhalb dieser Fehlergrenze genau angegeben werden konnte. Sie wurden nach bestimmter „Wartezeit“ [2]) auf Raupen gesetzt und dort während der „Anstichzeit“ belassen. Einen Überblick über die Ergebnisse gibt die nachfolgende Übersicht 1:

Aus den Ergebnissen kann bereits mit Sicherheit entnommen werden, daß die Annahme, *Nemeritis* sei erst nach Tagen legereif, auf Irrtum beruht. Weiter kann geschlossen werden, daß die Weibchen schon in den ersten Lebensstunden erfolgreich anstechen können. *Nemeritis canescens* ist also so gut wie unmittelbar nach dem Schlüpfen legereif.[3])

[1]) Eine Übersicht über die einzelnen Werte muß aus Ersparnisrücksichten unterbleiben.

[2]) Als „Wartezeit“ bezeichne ich die Zeitspanne, die Weibchen nach dem Schlüpfen ohne Wirtstiere zubringen müssen. Sie endet in dem Augenblick, wo Mehlmottenraupen zugesetzt werden. Mit „Anstichzeit“ bezeichne ich die Zeitspanne, während der dem Weibchen Gelegenheit zum Anstechen gegeben ist.

[3]) Zu dieser Überzeugung kommt auch Diamond (1929), dessen Arbeit mir erst nach Abschluß meiner Untersuchungen zugänglich wurde. Er berichtet von 18 erfolgreichen Anstichen eines Weibchens während der ersten $1^1/_2$ Lebensstunden.

Übersicht 1.

Anstiche frischgeschlüpfter Weibchen.

Nemeritis Nr.	Wartezeit in Stunden	Anstich-zeit in Stunden	**Gesamt-alter in Stunden**	Anzahl der Raupen	Ephestia (Falter, Tote, Puppen u. Raupen)	**Nemeritis-Nach-kommen**	Ge-füttert
1	soeben ge-schlüpft	1	**1**	1	—	**1**	—
1a	soeben ge-schlüpft	1	**1**	5	5	—	—
2	1/2	1 1/2	**2**	10	10	—	—
3	1/2	1 1/2	**2**	10	10	—	—
4	1	1	**2**	5	5	—	—
5	10 Min.	2	**2 10**	40	39	**1**	—
6	5 „	2 1/2	**2 35**	2	1	**1**	—
7	2 1/4	3/4	**3**	5	3	**2**	—
8	2 1/4	3/4	**3**	5	4	**1**	—
9	2	1	**3**	10	9	**1**	—
10	2	1	**3**	10	8	**2**	—
11	2	1 1/2	**3 30**	10	8	**2**	—
12	2	1 1/2	**3 30**	10	7	**3**	—
13	2	1 1/2	**3 30**	10	8	**2**	—
14	2	1 1/2	**3 30**	10	7	**3**	—
15	2	1 1/2	**3 30**	10	9	**1**	+
16	2	1 1/2	**3 30**	10	7	**3**	+
17	1/2	3 1/2	**4**	5	3	**2**	+
18	5–10 Min.	5	**5 10**	1	—	**1**	—
19	5–10 „	5	**5 10**	1	—	**1**	—
20	15 Min.	20	**20 15**	6	2	**4**	—
21	5 „	20	**20 05**	2	1	**1**	—
22	5 „	21 1/2	**21 35**	5	2	**3**	—
23	1 „	21 1/2	**22 30**	7	5	**2**	—

e) Die Anzahl der Nachkommen und die Dauer der Belegfähigkeit einzelner Weibchen.

Als Höchstzahl habe ich 36 Nachkommen von einem Weibchen erhalten, auch wenn ihm die dreifache Anzahl von Raupen zur Verfügung stand. Auffallend ist das starke Schwanken der Nachkommenzahl einzelner Weibchen unter gleichen Bedingungen. Bei je 30 Raupen variierten sie zwischen 3 und 26, der Durchschnitt lag bei 15—20 Tieren. Sicherlich liegt dies an der Regellosigkeit der Anstiche, sowie der Fähigkeit zur gleichzeitigen Ablage mehrerer Eier. Jede zweite und n-te Eiablage in ein und derselben Raupe ist ja vergeudet, da sich in einer Raupe stets nur ein Parasit entwickeln kann. Es scheint so durchaus möglich, daß der ganze Eivorrat eines Weibchens auf wenige Wirtstiere verteilt wird und entsprechend geringe Nachkommenzahl die Folge ist. Nach Angaben

verschiedener Autoren, die sich mit der Frage des Gesamteivorrates von *Nemeritis* befaßt haben, habe ich auszurechnen versucht, wieviel Nachkommen etwa zu erwarten sind. Wojnowskaja zählte in den beiden Ovarien 280—300 Eier, dazu eine Eiablage bis zu 15 je Raupe. Rechnet man durchschnittlich 7 Eier je Raupe, so könnte die Nachkommenschaft eines Weibchens 280—300 : 7 = 40—43 Tiere betragen, bei je 15 Eiern nur 300 : 15 = 20 Tiere. Daviault gibt dagegen an, daß die gesamte Eiablage 160—200 Eier betragen kann. Seinen Berichten zufolge legt ein Weibchen etwa 5—6 Eier in den Körper einer Raupe ab. Die Nachkommenzahl eines Weibchen berechnet sich hieraus also mit etwa 30. Diese Zahlen decken sich mit den meinigen, während die Nachkommenzahl von 75 Tieren eines einzelnen Weibchens, die Wojnowskaja angibt, bei meinen Versuchen in keinem Fall erreicht werden konnte.

Es interessiert nun die Frage, wie es sich mit den Legeleistungen frisch geschlüpfter Weibchen am ersten, zweiten, dritten usw. Tage verhält.[1]) Es könnte bei genügender Anzahl von Wirtstieren der Fall sein, daß der Eivorrat bereits am 1. Tage verausgabt wird. Diese Vermutung trifft nicht zu:

3 Weibchen wurden bis zu ihrem Tode täglich einzeln auf je 30 Mehlmottenraupen umgesetzt. Weibchen 1 erhielt keinerlei Nahrung und lebte 3 Tage. Weibchen 2 und 3 bekamen täglich Honig; Weibchen 2 lebte 4 und Weibchen 3 lebte 10 Tage. Es hatte Weibchen 1 mithin 90 Raupen, Weibchen 2 = 120 Raupen, Weibchen 3 = 300 Raupen zur Verfügung.[1]) Die Leistungen fielen ganz ungleichmäßig aus; es trat trotz genügender Anzahl von Raupen ein Sichverausgaben am ersten Tag nicht ein. Es kann, wenn am 2. Tage kein erfolgreicher Anstich stattgefunden hat, oft am 3. Tage wieder ein erfolgreicher Anstich gesetzt werden. Honigfütterung verlängert das Leben der Imagines etwas, sie scheint aber auf die Eiablage keinen Einfluß zu haben. Die Übersicht 2 bringt das Ergebnis der 3 Versuche.

Daß keine Verausgabung des Eivorrates am ersten Anstichtage stattfindet, konnte durch weitere Versuche bestätigt werden. Gleichzeitig wurde der Eindruck gewonnen, daß durch tägliche Zufuhr von frischem Raupenmaterial und Fütterung die Gesamtzahl der Nachkommen nicht wesentlich gesteigert werden kann.

Wie aus Übersicht 2 hervorgeht, können noch am letzten Lebenstage erfolgreiche Anstiche gesetzt werden. Die Lebensdauer der Weibchen ist bei Anwesenheit von Wirtstieren trotz Honigfütterung im allgemeinen nicht hoch. Ohne Zweifel hängt dies mit dem durch die häufigen Anstiche verursachten Energieverbrauch zusammen, da nämlich Weibchen bei Honigfütterung ohne Gelegenheit zu Anstichen ein ungewöhnlich hohes Alter erreichen. Es interessierte weiter die Frage, ob solche überalterten Weibchen noch erfolgreiche Belegungen ausführen können, wenn ihnen nach wochenlanger Wartezeit zum ersten Male Raupen zur Verfügung gestellt werden. Dies ist, wie die nächsten Versuche zeigen werden, der

[1]) Diese Untersuchungen wurden angeregt durch die Befunde von H. Schulze an der Eischlupfwespe *Trichogramma evanescens*.

Übersicht 2.

Nachkommen pro Lebenstag.

Lebenstage mit je 30 Raupen	Honig-fütterung	Nemeritis lebend	Nachkommen tot	Gesamtzahl aller Nachkommen
		Weibchen 1		
1. Tag	—	15	5	32
2. „	—	10	1	
3. „	—	1	—	
		Weibchen 2		
1. Tag	+	3	—	36
2. „	+	13	4	
3. „	+	5	2	
4. „	+	4	5	
		Weibchen 3		
1. Tag	+	1	1	9
2 „	+	1	1	
3. „	+	—	—	
4. „	+	—	1	
5. „	+	—	—	
6. „	+	—	—	
7. „	+	—	—	
8. „	+	—	3	
9. „	+	1	—	
10. „	+	—	—	

Fall. Die Belegfähigkeit bleibt auch bei ungewöhnlich alten Tieren, die bisher keine Gelegenheit zum Anstich hatten, erhalten. Hindernd wirkt in solchen Fällen nur die oft schon eingetretene körperliche Schwäche der Tiere. Dies beweist folgender Versuch:

Einige Weibchen von ungewöhnlich hohem Alter (vgl. Übersicht 3) wurden zum ersten Male mit Raupen zusammengebracht. Die Tiere waren durch tägliche Honigfütterung bis zu 66 Tagen alt geworden, ohne Gelegenheit zu Anstichen zu haben. Trotzdem reagierten sie stets sofort nach Wahrnehmung der Wirtstiere mit Stichreaktionen. Sie bemühten sich oft vergeblich, ihre Wirte wirksam zu treffen, da sie schon zu alt und schwach waren. Gelang der Anstich, so erwies er sich fast stets als erfolgreich. Die Fähigkeit zur Eiablage bleibt bis zum Tode des Weibchens erhalten. Die folgende Übersicht 3 auf S. 238 erläutert dies in anschaulicher Weise.

f) Entwicklung und Größe der Nemeritis-Larven im Raupenkörper.

Über dieses Kapitel kann ich mich kurz fassen, da eingehende Angaben von Diamond, Wojnowskaja und neuerdings eine ausführliche morphologische Arbeit von Rietra (1932) vorliegen.

Die Schlüpfzeit der Eier fällt auf den dritten Tag nach der Infektion. Die Larven durchlaufen im Raupenkörper 5 Entwicklungsstadien. Im

Übersicht 3.

Nachkommen überalterter Weibchen.

Nr. des Nemeritis-Weibchens	Alter in Tagen	Anzahl der Raupen	Nemeritis-Nachkommen
1	16	12	8
2	22	25	0
3	28	1	1
4	34	1	1
5	40	1	1
6	40[1])	5	4
7	40	5	0
8	44	4	1
9	45	2	1
10	50	6	4
11	66	2[2])	0

ersten Stadium trägt die Larve eine braune Kopfkapsel und einen spitzen Schwanzanhang. Letzterer wird mit jedem Entwicklungsstadium mehr und mehr reduziert. Rietra gibt ausführliche Angaben über die Entwicklung der Mundpartien und des Atmungssystems, sowie über Nahrung und räumliche Lage der Larven im Raupenkörper. Von besonderem Interesse ist die Feststellung, daß zwischen den Larven ersten Stadiums in ein- und derselben Wirtsraupe Kämpfe mit tödlichem Ausgang stattfinden. Dadurch wird die Frage geklärt, was aus den überzähligen *Nemeritis*-Larven wird, da ja, wie schon erwähnt, auch bei stärkster Bestechung stets nur ein Parasit — also der siegreiche Überlebende — zur vollen Ausbildung gelangt. Diese Ausrottungsmethode der überzähligen Larven untereinander ist bei Chalcididen in einigen Fällen beschrieben worden; bei Ichneumoniden wurde bisher nur von *Pimpla pomorum* darüber berichtet (Voukassovitch 1931), die in den Larven der Rüsselkäfer *Anthonomus pomorum* und *Anthonomus cinctus* schmarotzt.

Über die Größe der *Nemeritis*-Larven liegen einzelne Angaben vor. Nach Daviault mißt die überlebende spinnreife Larve 5,5 mm in der Länge und 1,5—1,75 mm in der Breite. Diamond gibt für die Länge und Breite der einzelnen Wachstumsstadien genauere Werte an; Stadium I: Länge = 0,72 mm, Breite der Kopfkapsel = 0,13 mm; Stadium II: Länge = 2,0 mm, Breite der Kopfkapsel = 1,168 mm; Stadium III: Länge = 3,25 mm, Breite der Kopfkapsel = 0,36 mm; Stadium IV: Länge = 4,0 mm, Breite der Kopfkapsel = 0,48 mm; Stadium V: Länge = 0,8 mm, Breite der Kopfkapsel = 0,60 mm. Rietras Werte stimmen damit nicht überall überein. In einer Raupe, die ich einer mäßig mit

[1]) Hierzu kommen neun Tage im Kälteschrank bei + 4° C.

[2]) Stichreaktionen nur schwach, Stachel tritt nicht aus. Tier stirbt.

Nemeritis besetzten Mehlmottenkultur entnahm, fand ich bei der Präparation 29 Larven und 3 Eier. Davon lebten bei der Betrachtung unter dem Binokular in Physiologischer Kochsalzlösung nur noch 4 Larven. Ich vermute, daß ein Teil erst bei der zeitraubenden Präparierung abgestorben ist. Die Larven zeigten bei einer Messung mit dem Objektmikrometer sehr deutliche Größenunterschiede. Sie schwankten zwischen 0,30 mm bis 1,00 mm in der Körperlänge, und 0,10 mm bis 0,15 mm in der Breite der Kopfkapsel. Verglichen mit den von Diamond angegebenen Werten gehörten aber alle Larven noch dem ersten Entwicklungsstadium an.

Die Dauer der Gesamtentwicklung wird von den einzelnen Autoren so verschieden angegeben, daß ich es für nötig erachte, darüber einige Angaben zu machen. Rietra fand, daß die Zeitdauer des 1. Stadiums bis zu 58 Tagen dauern kann. Sie fand weiter Larven, die 85 Tage nach der Infektion erst am Beginn des zweiten Stadiums standen, und 104 und 110 Tage nach der Infektion erst das dritte und vierte Stadium erreicht hatten. Dagegen fand sie Larven zu Ende des 5. Stadiums bereits 17, 19, 40, 36, 82 und 78 Tage nach der Infektion. Diese Angaben sind schwer verständlich, verglichen mit meinen Befunden und den Angaben anderer Autoren.

Rietras Angaben beziehen sich ausschließlich auf mikroskopische Schnittpräparate. Sie bestimmte die Anzahl der Entwicklungsstadien und die Gesamtentwicklung aus der Anzahl der Exuvien, die sie in der Wirtsraupe vorfand. Wie sie deren Zugehörigkeit bei den meist mehrfach parasitierten Raupen ermittelte, darüber konnte ich keine Angabe finden. Die Dauer der Gesamtentwicklung beträgt nach der von Rietra verfolgten Bestimmungsmethode in vielen Fällen über 100 Tage. Bei „Lebendbeobachtungen" von *Nemeritis*, d. h. wenn der Zeitpunkt der Infektion bekannt war und das Schlüpfen abgewartet wurde, konnte im Höchstfalle (Diamond) eine Entwicklungsdauer von 63 Tagen und von Krüger am kalten Fenster im Winter eine Spanne von 73 Tagen beobachtet werden.

Diamond gibt für die Dauer des ersten und zweiten Stadiums je zwei Tage an. Die Dauer der einzelnen Stadien und die Gesamtentwicklung schwankt anscheinend mit dem Einfluß von Temperatur- und noch anderen nicht untersuchten Faktoren. Die Übersicht 4 auf S. 240 gibt die wichtigsten Angaben darüber.

Ich erhielt bei Zimmertemperatur eine Generation innerhalb von 28—42 Tagen. Die Entwicklung der Larve bis zum Verspinnen dauerte etwa 18, vom Verspinnen bis zum Schlüpfen 14—20 Tage. Im Durchschnitt erscheinen die ersten Imagines einer angesetzten Kultur nach 5 Wochen.

g) Das Verspinnen.

Ich fand ausgewachsene *Nemeritis*-Larven auf dreierlei Weise versponnen (Abb. 3). a) Der häufigste Fall ist das Verspinnen der reifen

Übersicht 4.
Gesamtentwicklung.

Autor	Temperatur	Tage
Krüger, 1921	am kalten Fenster, Wintermonate,	49—74
	Nähe der Heizung, Frühjahr	21
Wojnowskaja 1927—1928	20°—25° C	Durchschnitt 23 (18—34)
Whiting, 1928	?	27—48
Candura, 1928	?	durchschnittlich 3 Wochen
Diamond, 1929	unter Laboratoriumsbedingungen	durchschnittlich 21,5 Tage
	16—20° C	(18—26)
Daviault, 1930	Zimmertemperatur 18—20° C	47—63
	28° C	27—30
Beling, 1931	18—22° C Zimmertemperatur	ca. 35 (28—42)

Larven im, bezw. unter dem Kokon der zugrunde gegangenen Raupe Von dieser ist nur die Kopfkapsel übrig und das ausgefressene, zusammengeschrumpfte Stückchen Hautmuskelschlauch, das von der ausgewachsenen Larve gesprengt und verlassen wurde. Die häutigen *Nemeritis*-Kokons liegen frei unter dem Gespinst der Raupen. Besonders gut kann ihre Ent-

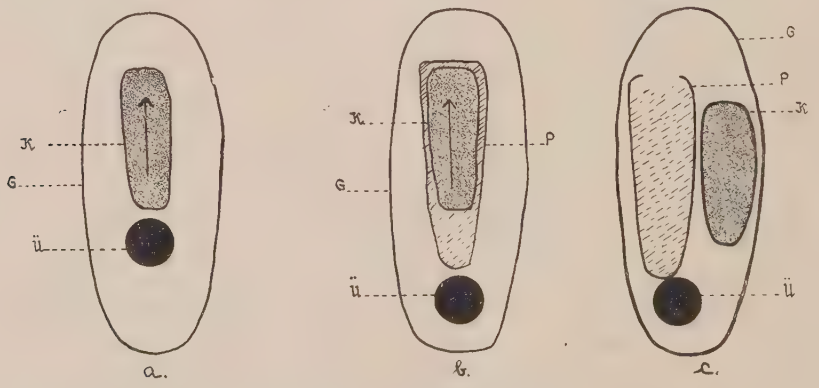


Abb. 3. Verpuppungsarten reifer *Nemeritis*larven. (Schematisch.)
G = Gespinst der Wirtsraupe, *P* = Wirtspuppe, *K* = Nemeritiskokon, *Ü* = Überreste der Wirtsraupe.
Der Pfeil gibt die Schlüpfrichtung des Parasiten an.

wicklung verfolgt werden, wenn das Raupengespinst in dem Winkel der Glasschale über Eck angelegt wurde. In diesen Fällen sieht man durch die Glasscheiben hindurch den Parasitenkokon und in diesem gegen Ende der Puppenruhe die fertige Imago liegen. Ist es, wie in diesem Fall, nicht mehr zur Verpuppung des Wirtes gekommen, so liegt das Kopfende des Parasiten stets entgegengesetzt den Überresten der ausgefressenen Raupe. Ob hier eine „Zweckmäßigkeit“ vorliegt, da das Schlüpfen auf der anderen Seite durch die vorgelagerten Raupenüberreste erschwert ist, oder ob die

Puppenlage der Lage der Larve im Raupenkörper entspricht und sich während der Entwicklung nicht mehr ändert, ist eine offene Frage.

b) Sehr häufig stirbt der parasitierte Wirt erst nach der Verpuppung. Der Parasit verspinnt sich dann in dessen Puppenhülle, die dabei oft aufplatzt. Stets erfolgt das Schlüpfen der Wespen am Kopfende der toten Wirtspuppe. Niemals fand ich, daß der spitze Teil der Puppenhülle der Schlupfwespe zum Ausgang diente. Da bei verpuppten Ephestia-Raupen die letzten Häutungsüberreste am Fußende der Puppenhülle liegen, entspricht die Lage des Parasitenkokons auch hier seiner Lage in der Wirtsraupe.

c) Seltener beobachtete ich einen dritten Fall: Die reife *Nemeritis*-Larve wandert aus der Wirtspuppe aus und verspinnt sich neben dieser. Unter dem Raupengespinst liegen dann *Nemeritis*-Kokon und leere Wirts-Puppenhülle nebeneinander.

d) Erwähnenswert, jedoch anormal zu nennen, ist noch eine 4. Möglichkeit des Verhaltens ausgewachsener *Nemeritis*-Larven. Es kommt immer wieder bei den Zuchten vor, daß reife Larven plötzlich nackt, ohne die übliche Bedeckung durch ein Wirtsgespinst in den Versuchsschalen liegen. Sie gehen in 90% aller Fälle zugrunde, nachdem sie einige Tage sich hilflos krümmend und regellos flockige Seide spinnend gelegen haben. Manchmal koten sie noch und bleiben dabei oft an ihren Kotmassen kleben. Gelegentlich findet dann eine kokonlose Metamorphose statt, die Larven verwandeln sich nach der Kotung in Puppen, die sogar noch etwas auspigmentieren, letzten Endes aber zugrunde gehen. In nur drei Fällen beobachtete ich ein normales Kokonspinnen und Schlüpfen solcher „ausgewanderter" Larven nach ihrer Übertragung in ein leeres Mehlmottengespinst. Die Anzahl „ausgewanderter" Larven beträgt etwa 6%.

Die Kokons von *Nemeritis* sind zylindrisch, an den Enden leicht gewölbt. Ihre Farbe ist in leerem Zustand grau bis braungelb, sonst schimmert sie schwarzgrau. Sie bestehen aus zwei Schichten: die erste, innere Gespinstschicht ist so häutig und dicht wie Billrothbatist, die äußere Schicht besteht aus grau-weißlichen, leicht abzupfbaren Gespinstfäden.

h) Das Weibchen. Allgemeines Verhalten.

1. Das Schlüpfen der Imago erfolgt außerordentlich schnell. Das Weibchen ist vollkommen ausgebildet, die Flügel sind entfaltet, und schon nach wenigen Minuten erfolgen die ersten Anstichversuche. Der Schlüpfvorgang im einzelnen ist von mir nicht beobachtet worden. Ich konnte nur in einem Falle beobachten, wie die Imago mit ihrem Kopfe aus dem Kokon hervorkam und Sekunden danach auch schon völlig geschlüpft war. Der Kokon ist stets an einer der Schmalseiten geöffnet, die Ränder der Schlüpfstelle sind ausgefranst. Die schlüpfreife Imago liegt unbeweglich in der Hülle, mit an die Schmalseite des Kokons gestemmtem Kopfe. Ein Arbeiten mit den Mandibeln konnte ich nicht erkennen; doch gibt Diamond an, daß die schlüpfende Imago ein Loch in die Hülle beißt.

Das Weibchen ist nach dem Schlüpfen sofort anstechlustig. Ich konnte erfolgreiches Anstechen nach einer Stunde Lebensdauer feststellen (vgl. S. 235). Über Lebensdauer und Ernährung siehe die besonderen Kapitel S. 242 unten.

Die Imagines geben beim Anfassen mit den Fingerspitzen einen deutlichen Duft von sich, dessen Herkunft von mir aber nicht näher untersucht wurde. Von anderen Schlupfwespen wird Ähnliches berichtet. — Von Interesse ist vielleicht noch eine weitere Beobachtung: gegen Ende ihres Lebens zeigen die Tiere eine charakteristische Haltung der Antennen. Die sonst gerade ausgestreckten Fühler (vgl. Abb. 2) zeigen etwa vom 15. Fühlerglied[1]) an eine Umbiegung, die oftmals nahezu rechtwinklig ist. Diese Krümmung der Fühler kann seitlich (Abb. 4) oder nach oben gerichtet entstehen. Eine solche Antennenhaltung zeigt an, daß das Tier überaltert ist und in kurzem sterben wird. Bei toten Tieren findet sich diese Antennenhaltung daher ausnahmslos. Ergänzend sei bemerkt, daß die Antennenspitzen häufig im Laufe des Lebens abbrechen. Da es für spätere Versuche vielleicht wichtig ist, „Todeskandidaten" zu erkennen, so sei auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht, die durch Abb. 4 veranschaulicht werden.

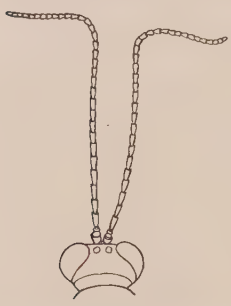


Abb. 4.
Antennenhaltung überalterter und sterbender Weibchen.

D. Verhalten gegenüber einigen Umweltseinflüssen.

a) Nahrungsaufnahme und Lebensdauer.

Hase hat bei im Laboratorium züchtbaren Schlupfwespen bereits darauf hingewiesen, daß sie mit Honig- oder Zuckerwasserfütterung um ein beträchtliches länger leben können. So konnte er die Schlupfwespe *Dibrachys boucheanus* (Chalcid.) bis zu 3 Monaten am Leben erhalten, *Trichogramma evanescens* (Chalcid.) 1925 bis zu 30 Tagen. Bei *Nemeritis* findet sich dies wiederum bestätigt.

Daviault gibt als gewöhnliche Lebensdauer der *Nemeritis*-Weibchen bei Zimmertemperatur ohne Nahrungsaufnahme 3—4 Tage an. Bei Zuckerwasserfütterung leben sie „einige Tage länger". Wojnowskajas Tiere lebten „unter Laboratoriumsbedingungen" 16 Tage. Bei niedriger Temperatur und im Dunkeln sollen sie von längerer, bei Lichteinfluß und bei höherer Temperatur von kürzerer Lebensdauer sein. Whiting erwähnt eine Lebensdauer von „mehreren Tagen". Diamond berichtet, daß die Weibchen bei Fütterung mit Wasser und Zucker durchschnittlich 54 Tage leben. Candura gibt für Zimmertemperatur ohne Wirtstiere und Nahrung im Sommer 1—3tägige, im Winter unter gleichen Bedingungen 4—6tägige Lebensdauer an. Mit Honigfütterung ohne Gelegenheit zum Anstechen von Wirtstieren konnte er *Nemeritis*-Weibchen bis zu 50 Tagen am Leben erhalten.

Die Angaben Canduras habe ich nachgeprüft und kann sie bestätigen. Die Weibchen lebten bei Zuckerwasserfütterung bis zu 57, bei Honigfütterung bis zu 72 Tagen. Weitere Versuche brachten beachtenswerte

[1]) Scapus, Pedicellus und Anellus nicht mitgerechnet.

Ergebnisse. Weibchen, denen nur Wirtstiere zur Verfügung stehen, leben im Durchschnitt 3—5 Tage, nicht länger als Tiere, die ohne Wirt und ohne Nahrung gehalten werden.[1]) Bei täglicher Zufuhr von klarem Wasser,[2]) ohne Wirtstiere beträgt die Lebensdauer auch nur 2—4 Tage. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Lebensdauer von je 10 Tieren bei verschiedener Lebenshaltung in Zimmertemperatur von 18—22 ° C.

Übersicht 5.

	Ohne Wirtstiere					Mit Wirtstieren	
Tier Nr.	Hungertage	Honigtage	Zuckerwassertage	Aqua destillata-Tage	Leitungswassertage	Honigtage	Hungertage
1	3	52	15	1	1	4	3
2	2	59	33	1	1	5	2
3	3	40	10	1	2	5	3
4	4	58	11	2	2	3	4
5	2	68	15	2	2	3	4
6	3	57[3])	49	2	3	7	3
7	3	56[3])	51	2	4	6	2
8	3	58[3])	33	2	4	4	4
9	4	37[3])	33	3	5	4	3
10	3	72	57	3	2	5	2
Maximum	4	72	57	3	5	7	4

Beim Betrachten der Tabelle fällt die bedeutende Lebenslänge bei Fütterung mit Honig- oder Zuckerwasser auf. Man fragt sich, ob und wie dies etwa mit der natürlichen Ernährungsweise dieser Schlupfwespe zusammenhängt. Vielleicht werden auch in den Mühlen Kohlenhydrate, nur in anderer Form, aufgenommen. Dies vermutete Krüger (1921): er nahm an, daß die Imagines an feuchten Fensterritzen und anderen feuchten Stellen hydrolysierte Mehlstärke zu sich nehmen. Diamond (1929) gibt dagegen an, daß *Nemeritis* sich nicht von Mühlenprodukten

[1]) *Trichogramma evanescens* und *Habrobracon juglandis* nähren sich nach dem Anstich von Säften ihres Wirtes. Diese Eigenschaft wird von vielen anderen Schlupfwespen (Bischoff 1913, Hase 1922) geteilt. Bei *Nemeritis canescens* konnte sie dagegen nicht beobachtet werden.

[2]) Bei den Versuchen mit „Wasserfütterung" verwendete ich einerseits Aqua destillata und außerdem Leitungswasser. Letzteres wählte ich absichtlich, da es immerhin im Bereich der Möglichkeit lag, daß durch den starken osmotischen Druck, den Aqua destillata erzeugt, Quellungen und damit Schädigungen im Insektenorganismus verursacht werden könnten. Wie jedoch zu erwarten war, ergaben sich keine auffallenden Unterschiede in der Lebensdauer der wassergetränkten Tiere.

[3]) Hierzu kommen 9 Tage Aufbewahrung im Kälteschrank (± 4 ° C) vor Beginn des Versuches.

in irgendeiner Form ernährt. Auch in meinen diesbezüglichen Versuchen zeigte sich dies. Zehn frisch geschlüpfte Weibchen starben ausnahmslos bald nach der Aufnahme von Stärkekleister, der durch Hinzufügen von etwas Speichel zu Mehl hergestellt worden war. Die Lebensdauer wurde durch diese Fütterung eher verkürzt (2 Tage Lebensdauer), obwohl der Stärkekleister begierig von den Tieren aufgenommen worden war. Da Mehl und Raupensaft als Nahrungsmittel nicht in Frage kommen, kann man nur annehmen, daß die Imagines vorübergehend ihr Milieu verlassen, um im Freien Nahrung aufzunehmen. Dies vermutet auch Diamond, der abweichend von meinen Ergebnissen die Lebensdauer der Weibchen bei reiner Wasserkost bis auf 48 Tage erhalten konnte (S. 88ff.): „Evidently the parasite must leave the dry habitat of its host to seek out water."

Unabhängig von Diamonds Vermutung, die mir erst 1 Jahr später zur Kenntnis kam, wurde ich durch eine andere Beobachtung auf die Möglichkeit aufmerksam, daß *Nemeritis canescens* einen Teil ihres Lebens im Freien verbringt und vielleicht dort Nahrung aufnimmt. — Es ist in den Mühlen eine bekannte Erscheinung, daß *Nemeritis* an den Fenstern zu finden ist. Im Laboratorium fliegen entkommene Tiere alsbald an das Fenster, so daß diese Eigenschaft zur Untersuchung, ob bestimmte Tiere flugkräftig waren, ausgewertet werden konnte. Wie weiterhin bekannt, ändert sich diese ausgesprochene Phototaxis nach kurzem: die Tiere streben in die Dämmerung der Mühle zurück, um dort Wirtstiere zwecks Eiablage aufzusuchen. Dies alles brachte mich auf den Gedanken, daß das hartnäckige Verweilen an den Fensterscheiben unter Umständen die Absicht ausdrücken könnte, ins Freie zu gelangen. Da in den Mühlen meist genügend zerbrochene Scheiben oder offene Fenster zu finden sind, liegt dies ja auch durchaus im Bereich der Möglichkeit.

Zu dieser Beobachtung kam dann die Feststellung, daß *Nemeritis* bei Honig- und Zuckerwasseraufnahme auffallend lange am Leben bleibt. Entsprechende Versuche, über die a. a. O. berichtet werden wird, ergaben, daß markierte Tiere, die ins Freie entlassen worden waren, nach einiger Zeit sich wieder am Fensterbrett des mit Mehlmottenduft gesättigten Laboratoriums einfanden. Von besonderem Interesse ist dabei, daß die Tiere in der Mehrzahl der Fälle nach ihrer Rückkehr die Aufnahme von Honigwasser verschmähten. Dies, und die Zeitspanne, nach der die entlassenen Weibchen noch ins Laboratorium zurückgeflogen kamen, sprechen für Nahrungsaufnahme im Freien. Im Ösophagus der heimgekehrten Tiere befand sich ein klarer, süßschmeckender Tropfen, der von anderen Hymenopteren begierig aufgenommen wurde. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, so daß über die Qualität der wahrscheinlich im Freien gefundenen Nahrung noch nichts ausgesagt werden kann. Es soll hier vorderhand nur vorsichtig auf die Möglichkeit geschlossen werden, daß *Nemeritis canescens* draußen Nahrung aufnimmt, und wahrscheinlich, wie viele Schlupfwespen, Blütenbesucher ist.

b) Verhalten bei Aufenthalt in niedrigen Temperaturen.

Die Erfahrung lehrt, daß viele Insekten niedrige Temperaturen mehr oder minder lange ohne wesentliche Schädigung ertragen können. Meist werden Kälteperioden am besten im Puppenzustand überdauert. Dies ist für den Praktiker bei der Pflege von Massenzuchten, z. B. *Trichogramma evanescens* von Interesse (Flanders 1930). Meine Untersuchungen über die Einwirkung niedriger Temperaturen auf *Nemeritis* beziehen sich nur auf Imagines. Ich verbrachte sie in den durch Abb. 1 veranschaulichten Gefäßen in einen Kälteschrank, der eine Temperatur von 4—6° C hatte. Diese Temperaturen wurden etwa 8—10 Tage lang gut ausgehalten, dann stieg die Sterblichkeitskurve schnell an. Nach 14 Tagen erreichte sie bereits 50% und endete mit 100% nach 24 Tagen.[1])

Weniger günstig noch zur Aufbewahrung von *Nemeritis*-Weibchen sind Temperaturen um 0° C. Es wurde zur Aufbewahrung ein mit Eisstückchen gefülltes Dewargefäß verwendet, wie es von Hase 1927 als brauchbare Kältekammer beschrieben worden ist. Die Zahl der Toten ist bei ± 0° C schon nach zwei Tagen beträchtlich, nämlich über 10%. Nach 7 Tagen ist der Prozentsatz der Toten schon 100%.

Das Verhalten der Insekten im Kälteschrank war stets das gleiche: die Tiere sitzen mit weitgespreizten Beinen flach und langgestreckt da, die Antennen auf den Boden gesenkt. Sie verharren in dieser Stellung vollkommen bewegungslos, halten sich aber an den Glaswänden des Gefäßes so fest, daß sie nicht leicht abzuschütteln sind. Bei Verbringung des Gefäßes in + 20° C erfolgt nach einer Minute Bewegen der Antennen als erstes Zeichen der sich lösenden Starre, nach 2 Minuten laufen die Tiere bereits umher, um sich nach 5 Minuten ausgiebig zu putzen. Nach 7 Minuten gehen die Schlupfwespen schon zum Anstich von Mehlmotten über. Ich fand, daß die Anstichlust durch Aufenthalt in Kälte in keiner Weise vermindert wird. Die Nachkommenschaft ist äußerlich nicht geschädigt und auch nicht von geringerer Größe und Anstichlust als die bei Zimmertemperatur gehaltenen Tiere. Auf das Vorkommen der auf S. 226 beschriebenen Farbunterschiede bei den Nachkommen hatte der Aufenthalt in Kälte keinen Einfluß.

E. Das Männchen von Nemeritis canescens.

In der Literatur fand sich bisher nur eine Angabe über beobachtete Männchen, bei Burckhardt (1920): „Auffallenderweise trifft man fast nur Weibchen dieser Art an, selten einmal ein Männchen. Ob hierüber bereits Beobachtungen vorliegen, ist mir aus der Literatur nicht bekannt geworden."

Candura, Whiting, Daviault, Diamond und Wojnowskaja konnten in zum Teil jahrelangen Beobachtungen niemals Männchen finden.[2]) Wojnowskaja fand, daß

[1]) Auf die Wiedergabe von Tabellen muß verzichtet werden. Vgl. Anm. 1 S. 234.

[2]) Auch in der Sammlung von C. G. Thomson befindet sich, wie Herr Dr. Kemner, Lund, die Liebenswürdigkeit hatte, mir mitzuteilen, nur ein Weibchen von *Nemeritis canescens* Grav.

das Weibchen von *Nemeritis* kein Receptaculum seminis mehr besitzt. Sie schloß daraus auf Nichtvorhandensein oder äußerst seltenes Vorkommen von Männchen.

Einer Mitteilung von Dautert-Willimzick 1931 aus der Biol. Reichsanstalt Berlin-Dahlem zufolge traten dort 1930 erstmals Männchen auf. Die Beobachtung, daß die Männchen keinerlei Notiz von den Weibchen nahmen, stimmt gut zu den anatomischen Feststellungen Wojnowskajas. Bei rückgebildetem Receptaculum kommt eine Kopulation kaum mehr in Frage.

Seit Sommer 1930 sind in den Kulturen keine Männchen mehr aufgetreten. Auch der Versuch, aus der freien Natur *Nemeritis*-Männchen anzulocken, indem Mehlmottenkulturen mit einer großen Anzahl junger *Nemeritis*-Weibchen tagelang an das Fenstersims gestellt wurden, schlug, wie zu erwarten, fehl. Ich hatte dabei die Möglichkeit erwogen, daß der „Milieuduft" im Freien befindliche männliche Exemplare anlocken könnte.

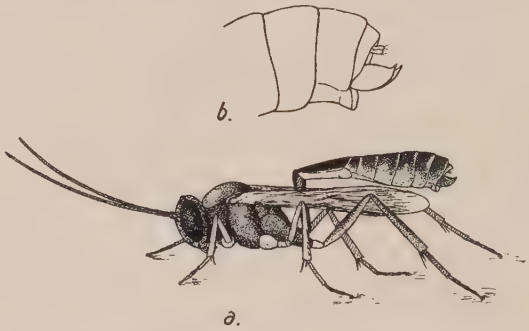


Abb. 5. *a* Männchen von *Nemeritis canescens* Grav. *b* Die letzten Hinterleibssegmente des Männchens.

Die Unabhängigkeit der Geschlechter voneinander scheint in unserem Falle ebenso vollkommen geworden zu sein, wie dies von manchen Krebsen und Schlupfwespen, z. B. von dem Chalcidier *Trichogramma cacoeciae* (Marchal 1931) berichtet wird.

Da Dautert-Willimzick auf Abbildungen verzichtet hat, habe ich die Lücke hier ausgefüllt.[1]) (Abb. 5.)

Die Messung der beiden getrockneten Exemplare, die sich in der Sammlung der Biologischen Reichsanstalt, Berlin-Dahlem, befinden, ergab folgende Werte: Körperlänge 6 und 6,5 mm, gemessen ohne Antennen. Antennenlänge: 4 mm.

III. Schluß.

Die Ergebnisse zeigen, daß wir an der Ichneumonide *Nemeritis canescens* ein sehr günstiges Versuchsobjekt besitzen. Haltung und Zucht

[1]) Für die sorgfältige Kopierung der Sammlungspräparate bin ich der wissenschaftlichen Zeichnerin an der Biologischen Reichsanstalt, Fräulein H. Astheimer, zu Dank verpflichtet.

bereiten keinerlei Schwierigkeiten. Die Lebensdauer kann unter gewissen Bedingungen soweit verlängert werden, daß sie genügende Zeit zu sinnesphysiologischen Untersuchungen, die teilweise in Angriff genommen sind, bietet. Da *Nemeritis canescens* zu den „Nützlingen" gehört, dürfte die weitere Erforschung ihrer Biologie vor allem für die Praxis von Interesse sein.

IV. Zusammenfassung.

1. Die in Mühlen häufige Mehlmotten-Schlupfwespe *Nemeritis canescens* Grav. (Ichneumon. Ophion.) wurde im Laboratorium an ihrem Wirt, der Mehlmotte, *Ephestia kuehniella*, ca. zwei Jahre erfolgreich gezüchtet. Es ergaben sich etwa 10—12 Generationen im Verlauf eines Jahres. Ein Weibchen hatte durchschnittlich 15—20 Nachkommen. Die Vermehrung ist parthenogenetisch, wobei immer Weibchen auftraten. Farb- und Größenunterschiede der Weibchen ein und derselben Abstammung kommen vor.

2. Es werden von *Nemeritis* erwachsene, mit Vorliebe bereits versponnene, jedoch auch frei herumkriechende Raupen befallen. Die Raupe wird durch den Stich nicht gelähmt. Bereits parasitierte Raupen können noch mehrmals bestochen werden. Das Vermögen, gesunde und bereits parasitierte Raupen zu unterscheiden, scheint den Weibchen zu fehlen. Die Anzahl der in einer Raupe gefundenen Eier schwankt zwischen 1 und 19. Ihre Größe beträgt durchschnittlich 0,2 mm. Bei jedem Anstich wird in der Regel nur ein Ei abgelegt; mitunter treten bis zu drei Eier gleichzeitig aus. Die Anzahl der in einer Raupe gefundenen Larven betrug im Höchstfalle 29. In allen Fällen entwickelt sich nur ein einziger Parasit, die überzähligen Larven gehen während der ersten Entwicklungsstadien zugrunde.

3. Die Gesamtentwicklung des Parasiten dauerte bei Zimmertemperatur 4—6 Wochen. Das Verspinnen erfolgt in bestimmter Orientierung zu der zugrunde gegangenen Wirtsraupe, bezw. Wirtspuppe. Während der Entwicklung können Störungen bestimmter Art (Auswandern der Larven) vorkommen, über deren Ursache nichts bekannt ist.

4. Die Weibchen sind nach dem Schlüpfen sogleich anstichlustig und innerhalb der ersten Lebensstunden schon legereif. Ihre Belegfähigkeit ist gleich der Lebensdauer. Ihre Größe beträgt mit Antenne gemessen bis zu 1,5 cm. Sie sind phototaktisch. Beim Anfassen geben sie einen charakteristischen, nicht näher bestimmten Duft von sich. Ihre Lebensdauer wurde eingehend untersucht. Sie weist je nach Lebenshaltung erhebliche Unterschiede auf. Bei Honigfütterung ohne Anstichgelegenheit kann sie bis zu 66 Tagen betragen. Bei Fütterung und gleichzeitiger Anstichmöglichkeit ist sie nicht höher als 7 Tage. Bei Wasserfütterung ist die Lebensdauer dieselbe wie bei Hungertieren. Weiter wurden in diesem Zusammenhang Versuche über die mutmaßliche Ernährung der Weibchen unter

natürlichen Umweltbedingungen angestellt. Die Frage, ob *Nemeritis* Blütenbesucher ist, wird erörtert. Ferner wurden Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Imagines gegenüber niedrigen Temperaturen angestellt. Temperaturen von etwa 4° C über Null werden ohne Schaden 8—10 Tage lang ausgehalten. Temperaturen von 0° C werden erheblich schlechter vertragen.

5 Männchen sind in den Zuchten seit den von Willimzick beschriebenen ersten Exemplaren nicht mehr aufgetreten. Das Männchen wird zum erstenmal abgebildet.

Literatur.

Bischoff, Hans, Biologie der Hymenopteren. Berlin 1927.

Burckhardt, F., Zur Biologie der Mehlmotte *(Ephestia kuehniella* Zeller). Zeitschr. angew. Ent. Bd. 6, H. 4, S. 25—60.

Candura, G. S., Contributo alla conoscenza della Tegnola grigia delle proviste alimentari *(Ephestia kuehniella)* e del suo parasita *Nemeritis canescens* Gravenhorst. Boll. di Zoologica (Portici) Vol. 21, 1928, S. 149—251.

Dautert-Willimzik, E., Einige Beobachtungen über das bisher unbekannte Männchen der Schlupfwespe *Nemeritis canescens* Grav. (Ichn.) Zool. Anz. Bd. 93, H. 7/10, 1931, S. 274.

Daviault, L., Notes biologiques sur *Nemeritis canescens* Grav. et sur la morphologie de ses divers stades. Rev. Path. Vég. Entomol. Agr. Bd. 17, H. 3, 1930, S. 82—93.

Diamond, V. R., The Biology of *Nemeritis canescens*, a Parasite of the Mediterranean Flour Moth. 60th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario 1929, Canada, S. 84—89. Toronto (1930).

Flanders, S. E., Mass Produktion of Egg Parasites of the Genus Trichogramma. Hilgardia, a Journal of agricultural Science Vol. 4, June 1930, Nr. 16.

Hase, A., Beiträge zur morphologischen und biologischen Kenntnis der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* (Först) Kurdj. Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin, Jahrg. 1919, Nr. 10.

— — Über die eigentümliche Nahrungsgewinnung einer Schlupfwespe *(Habrocytus cionicita)*. Naturw. Wochenschr. Nr. 8, Bd. 21, 1922.

— — Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis* (Wesmael) Braconidae. Zugleich ein Beitrag zur Frage der biologischen Bekämpfung von Schadinsekten. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt Bd. 11, 1922.

— — Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westwood. Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen 5. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt Bd. 14, H. 2. Berlin 1925.

— — Über Temperaturversuche mit den Eiern der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zell.). Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt Bd. 15, H. 2, 1927.

Krüger, Paul, Beobachtungen am Mehlmottenparasiten *Nemeritis canescens* Gravenhorst. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der äußeren Anatomie der Ichneumoniden. Zeitschr. f. angew. Ent. Bd. 7, H. 1, 1921, S. 58—67.

Marchal, P., Observations concernant la parthénogénèse et la spanandrie chez les trichogrammes. C. r. Acad. Sci. 191. Paris 1930, S. 584—589.

Murr-Danielzick, Liselotte, Über das Geruchsvermögen von *Habrobracon juglandis*. Zeitschr. f. vergl. Physiologie Bd. 11, H. 2, 1930, S. 210—276.

Parker, H. L., Macrocentrus Gifuensis Ashmead, a Polyembryonic Braconid Parasite in the European Corn Borer. United States Department of Agriculture, Washington D. C. Technical Bulletin Nr. 280, March 1931.

Rietra, E., Iets over den Bouw en de Lewenswijze van *Nemeritis canescens* (Gravenhorst) als interne Parasit van de Larwe van *Ephestia kuehniella* Zeller. Doktordissertation Leiden 1932, S. 1—120.

Schulze, H., Über die Fruchtbarkeit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westwood. Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere Bd. 6, H. 3, S. 553—585.

Thomson, C. G., Opuscula Entomologica 11, Nr. 9. Paris 1887.

Voukassovitch, H. und P., Sur la ponte des Hyménoptères parasites entomophages. Comptes rendues des Séance de la Société de biologie. Soc. de Biol. de Belgrade, Tome CVI, S. 695—697. Paris 1931.

Whiting, P. W., Biological notes on *Nemeritis canescens*. Psyche Vol. 35, Nr. 2, 1928, S. 125—126.

Wojnowskaja-Krieger, T. K., Zur Biologie von *Nemeritis canescens* G. des Parasiten *Ephestia kuehniella* Z. Report of the Bureau of Applied Entomology Vol. 3. Leningrad 1927/28, S. 24—35. (Russisch, mit deutsch. Zusammenfassung.)

Beiträge zur Ernährungsbiologie von Hylobius abietis L. und Untersuchungen über die Ökologie und Klimatologie seines Nahrungsraumes.

Von

Karl Rudolf Fischer.

(Aus der Zoologischen Abteilung des Forstinstituts der Hessischen Landesuniversität Gießen.)

(Mit 2 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Einleitung 251
B. Bisherige Ergebnisse. (Der Fraßschaden von *Hylobius abietis* L. in Saat- und Pflanzkulturen) 251
C. Eigene Untersuchungen 252
I. Hauptteil: Die Fraßtätigkeit des Käfers an verschiedenen Pflanzenteilen und Altersstufen von *Pinus silvestris* 252
a) Versuche im Laboratorium 252
α) Methode 252
β) Ergebnis 253
1. Der Fraß am Frühjahrstrieb 253
2. Der Fraß am Kambium verschiedener Altersstufen 254
b) Die Fraßtätigkeit des Käfers im Freiland an Saat- und Pflanzkulturen zu Beginn der Fraßperiode im Frühjahr 255
α) Methode 255
β) Ergebnis 256
1. Kleinversuch über den Fraßschaden an den Kulturpflanzen der Abteilung 43 des Gießener Stadtwaldes 256
2. Kleinversuch über den Fraßschaden an den Kulturpflanzen der Abteilung 44 des Gießener Stadtwaldes (Kontrollversuch) 258
3. Großversuch über den Fraßschaden an den Kulturpflanzen der Abteilung 43 des Gießener Stadtwaldes 259
c) Versuche über den Herbstfraß des Käfers in den Kulturen 261
II. Hauptteil: Untersuchungen über die Ökologie und Klimatologie des Nahrungsraumes 262
a) Die kombinierte Wirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Ausgangspopulation und die Aktivität des Käfers und kritische Würdigung der bisherigen epidemiologischen Forschungsergebnisse 262
α) Methode 267
β) Ergebnisse. (Vorbereitende Erweckungswärme, unmittelbarer Austrittsreiz, Reizminimum, Reizoptimum, Fraßzonenbildung durch mikroklimatische Variationen 268
D. Zusammenfassung 274
Literaturverzeichnis 277

A. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit wurde im Frühjahr 1930 begonnen. Die ihr zugrunde liegenden Versuche galten hauptsächlich dem Verhalten des Käfers an physiologisch differenzierten Pflanzenmaterial und im mikroklimatisch variablen Nahrungsraum. Sie waren getragen von der Absicht, aus dem Verhalten des Käfers an verschiedenartigem Pflanzenmaterial und aus den Umwelteinflüssen auf den Käfer gewisse Grundlagen für eine wirtschaftliche Bekämpfungsanordnung zu erschließen.

Wir müssen dazu alle jene Komponenten untersuchen, die den Fraß des großen braunen Rüsselkäfers im Freiland beeinflussen. So ist vor allem seine Abhängigkeit von Pflanzenalter, Pflanzenart und Pflanzenverfassung, sowie die Beeinflussung durch klimatische Faktoren zu klären. Solche Faktoren sind Witterung, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Luftfeuchtigkeit und Insolation.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem verehrten akademischen Lehrer, Herrn Professor Dr. M. Dingler, dem Leiter der Zoologischen Abteilung des Forstinstitutes an der Hessischen Landesuniversität, unter dessen Anleitung und mit dessen Unterstützung die Untersuchungen ausgeführt wurden.

Zu Dank für wissenschaftliche Förderung bin ich weiter noch verpflichtet den Herren Professor Dr. Vanselow vom Forstinstitut, Professor Dr. Harrassowitz vom geologischen Institut, Professor Dr. Köttgen von der bodenkundlichen Abteilung des Forstinstituts, ferner Herrn Oberforstmeister Dr. Schüz, dem Amtsvorstand des Forstamtes Gießen.

B. Bisherige Ergebnisse.

Bei der anerkannten Wichtigkeit von *Hylobius abietis* L. als Forstschädling ist es nicht verwunderlich, daß die über seine Lebensweise und sein forstliches Verhalten bestehende Literatur außerordentlich angewachsen ist. Eine zusammenfassende Darstellung unseres bisherigen Wissens von der Ernährungsbiologie von *Hylobius abietis* und der zur Zeit noch umstrittenen Punkte finden wir z. B. in Escherich, Band II seiner „Forstinsekten", sowie in Heß-Beck „Forstschutz", 5. Aufl. Bd. I. Escherich schreibt: „Über die Lebensweise von Hylobius ist viel geforscht und noch mehr geschrieben worden. Trotzdem ist dieselbe heute nichts weniger als völlig geklärt." Noch deutlicher weist Escherich in jüngster Zeit (1930) auf dieses Neuland der modernen Forschungsaufgaben hin:

„Es genügt nicht mehr, daß wir über die Entwicklungsgeschichte eines Schädlings Bescheid wissen, sondern wir müssen auch alle seine Abhängigkeiten von der Umwelt, der organischen wie anorganischen genau kennen. Wir müssen wissen, wie der Schädling, resp. jedes einzelne Stadium desselben, sich gegen die verschiedenen klimatischen Einflüsse wie Hitze,

Kälte, Feuchtigkeit, Trockenheit, ferner die verschiedenen Kulturformen, Pflanzenrassen usw. verhält usw.“

Neben diesen Forderungen ergeben sich aus den Angaben Escherichs in bezug auf die Rüsselkäfer speziell noch folgende Fragen: „Die Hauptpflanzen des Käfers sind Kiefer und Fichte, und zwar finden wir ihn hauptsächlich an jungen Pflanzen im Alter von 3—6 Jahren. Ob er auch hier wieder eine Auswahl trifft und die kränklichen oder durch Verpflanzung geschwächten Pflanzen gegenüber ganz gesunden und auf natürlichem Wege angeflogenen den Vorzug gibt, ist noch eine offene Frage“ (gesperrt vom Verfasser). Viele Autoren (seit Ratzeburg) bejahen sie; sehr bestimmt und in bejahendem Sinne spricht sich in neuerer Zeit Menzel (1912) dafür aus. Nach seinen Beobachtungen geht der Rüsselkäfer „eine Kulturfläche angeflogener Fichten nicht an, sondern nur die gepflanzten, und zwar so regelmäßig, daß es das Forstpersonal selbständig, ohne besonderen Hinweis gleichfalls bemerkt und Mitteilung davon gemacht hat“.

Einen ähnlichen Standpunkt nimmt König in seiner „Waldpflege“ ein: „Am liebsten ist ihm die Rinde der 3—6jährigen Pflanzen in etwas welkem, leidenden Zustand. Daher leiden Ansaaten im allgemeinen weniger als Anpflanzungen, diese aber kurz nach dem Versetzen während des Vergelbungsprozesses am meisten.“

Eine Bestätigung dafür, daß der Käfer gepflanzte Pflanzen in jedem Falle den Saatpflanzen vorzieht, wie alle hier zitierten Literaturangaben vermuten lassen, haben unsere Versuche nicht ergeben.

C. Eigene Untersuchungen.

I. Hauptteil. Die Fraßtätigkeit des Käfers an verschiedenen Pflanzenteilen und Altersstufen von Pinus silvestris.

a) Im Laboratorium.

Der Fütterungsversuch im Laboratorium hatte den Zweck, die Fraßintensität und Freßlust des Käfers an Pflanzen verschiedener Altersstufen festzustellen. Es war von vornherein klar, daß die Frage, ob *Hylobius* bei seiner Fraßbetätigung an verschiedenalterigen Pflanzen Unterschiede macht, nur durch das Experiment geklärt werden kann, da es in freier Natur unmöglich ist, die Fraßintensität an den mannigfaltigen Altersstufen eines Waldes zu beobachten. Schon das Ergebnis des ersten Vorversuches zeigte deutlich eine Abstufung in der Annahme verschiedenalterigen Pflanzenmaterials durch den Käfer, so daß ihm nun eine exakte Versuchsreihe angeschlossen werden konnte.

α) Methode.

Die Versuche wurden vorgenommen unter Verwendung von je 60 Käfern, die wir 185 Stunden lang in 4 mit 15—20 mm dicken Zweigstücken ver-

schiedenaltriger Kiefern versehenen Gläsern fressen ließen. Die Auswahl der Altersstufen war so getroffen worden, daß sich jeweils in dem Glas 1 die Zweige vom 120jährigen Altholz, im Glas 2 die Zweige von 15- bis 20jährigen Kiefern, im Glas 3 solches von 4jähriger Saat, im Glas 4 Zweige von 2jähriger Saat befanden. Die Fraßintensität an jedem einzelnen Zweigstück wurde folgendermaßen ermittelt: Die auf den Zweig entfallenden Fraßeinheiten, worunter die sogenannten Pockennarbenstellen von durchschnittlich 20 qmm zu verstehen sind, wurden addiert. Die Summe der Fraßeinheiten ergab dann, prozentual in ihrem Verhältnis zur Gesamtfraßraumfläche ausgedrückt, einen Maßstab für die Fraßbetätigung an den einzelnen Altersklassen. Zugleich wurde auch sowohl vor dem Fraßbeginn als unmittelbar darnach der Kubikinhalt jedes Zweiges durch die Wasserprobe gemessen. Diese Verfeinerung der Kontrolle war notwendig, weil die einzelnen, in den Versuchen verwandten Zweigstücke naturgemäß eine verschieden dicke Kambiumschicht besitzen, und der einer Käfermahlzeit entsprechende Pockennarbenplatz trotz vielleicht gleichen Flächenraumes nicht auch den gleichen Kubikinhalt zu haben braucht. Zeitweise litt die Wasserprobe allerdings erheblich darunter, daß während besonders heißer Tage (mitunter betrug die Temperatur bis 24° C im Hause) die 185 Stunden dauernden Fütterungsversuche eine Einschrumpfung der Zweigstücke infolge des durch die Austrocknung bedingten Saftverlustes zur Folge hatte. Soweit es nun auf die genaue Bestimmung der wirklich gefressenen Massen ankam, wurde die durch Austrocknung hervorgerufene Verringerung des Volumens der Zweige dadurch ermittelt, daß während der Versuchsdauer eine Reihe gleichgroßer und -dicker Kiefernzweigstücke derselben Hitzebeeinflussung ausgesetzt wurden. Nach Beendigung des Fraßversuches wurde dann an ihnen der vom Substanzverlust abzuziehende Austrocknungskoeffizient bestimmt. So ergab sich eine einigermaßen zuverlässige Möglichkeit zum Nachmessen der jeweils verbrauchten Futtermenge.

β) Ergebnisse.

Es kann allgemein gesagt werden, daß die Rindenbeschaffenheit sowohl verschiedener Teile ein und derselben Pflanze als auch verschiedener Altersstufen die Freßlust des Käfers merklich beeinflußt.

1. Der Fraß an Frühjahrstrieben.

In einem Versuch wurden eine Anzahl Käfer ausschließlich mit grünen Frühjahrstrieben der Kiefer gefüttert, nachdem im Wald beobachtet worden war, daß *Hylobius* sie als Nahrung annimmt. Die befressenen Triebe sahen den im Walde gefundenen Zweigspitzen ähnlich, die das Eichhörnchen abgebissen hat. Hat nämlich der Pockennarbenfraß am grünen Trieb eine gewisse Tiefe erreicht, dann welkt er ab und fällt schließlich zu Boden. Die Abbißstelle läuft gewöhnlich in einen Keil aus. Professor Dingler vermutet, daß der Käfer nur zur Stillung des Durstes in der trockensten Zeit an die Triebe geht, und die Ergebnisse meiner Ernährungsversuche

haben diese Anschauung als wahrscheinlich hingestellt. Es ergab sich, daß der Käfer nur in sehr geringem Maße an den Trieben wirklich frißt. Die Käfer waren im Gefäß zunächst sehr lebendig und wurden im Verlauf des Versuches immer träger. Trotz der fast unveränderten Frische des Materials kamen die Käfer nach Beendigung der Untersuchung im hungrigen Zustande heraus. In einem mit Zweigstücken aller Altersstufen versehenen Gazekasten nahmen sie sofort die Zweigstücke an und begannen eifrig zu fressen. Auch hier zeigte sich sofort eine gewisse Vorliebe für Altholz. Ferner wurde festgestellt, daß beigegebenes, welk gewordenes Pflanzenmaterial, das aus der diesjährigen Anpflanzung stammte und nach der allgemeinen Ansicht unbedingt hätte bevorzugt werden müssen, vollständig gemieden wurde.

2. Der Fraß am Kambium verschiedener Altersstufen. Altholz (100jährig).

Die stärkste Fraßtätigkeit zeigte der Käfer an den weichborkigen Zweigstücken des Kiefernaltholzes. Die Anzahl der hier in sämtlichen Untersuchungen vorgefundenen Fraßeinheiten übertraf, abgesehen von einer gewissen Vorliebe für 3jährige Pflanzen, diejenigen der übrigen Altersstufen derart, daß man hinsichtlich der Freßlust des Käfers von einer deutlichen Bevorzugung des Altholzes sprechen kann.

Dreijähriges Material aus Saat- und Pflanzkulturen.

Die Fraßintensität von *Hylobius* an der verfütterten Kiefernsaat steht der Fraßbetätigung am Altholz nur um 1% nach, so daß man sagen kann, daß der Käfer 3jährige Pflanzen gern annimmt. Bei diesem Fütterungsversuch machte der Käfer im Gegensatz zu seinem Verhalten im Freiland keinen Unterschied zwischen Material aus Saaten und Pflanzungen. Im übrigen aber entspricht die Stärke seiner Fraßbetätigung an 3jährigen Pflanzen durchaus seiner Schädlichkeit in den Kulturen, die er erst im dritten Jahr befällt und im ersten und zweiten unberücksichtigt läßt.

Fünfzehnjähriges Material aus Saat- und Pflanzkulturen.

An dritter Stelle zeigt die Tabelle und der sich aus ihr ergebende Grad der Schädlichkeit die 15jährigen Pflanzen. Die Freßlust des Käfers hat bei Verwendung dieses Materials schon deutlich nachgelassen, die Anzahl der Fraßeinheiten ist im Gegensatz zum Altholz stellenweise auf die Hälfte zurückgegangen. Auch hier macht der Käfer keinen Unterschied zwischen Saat- und Steckpflanzen.

Fünfjähriges Material aus Saat- und Pflanzkulturen.

Aus der geringen Annahme des dargebotenen Futters und der offensichtlichen Freßunlust ergibt sich eine deutliche Abneigung gegen 5jähriges Holz. Diese Ablehnung entspricht auch dem Verhalten des Käfers in den Kulturen, die er spätestens im 5. Jahr ihres Wachstumsalters verläßt. Wahrscheinlich hält die dichte Benadelung aller Pflanzenteile dieses Alters den Käfer von der Fraßtätigkeit ab.

b) Die Fraßtätigkeit im Freiland an Saat- und Pflanzkulturen zu Beginn der Fraßperiode im Frühjahr.

Schon Escherich hat darauf hingewiesen, daß noch Meinungsverschiedenheiten über die angenommene, aber nicht nachgewiesene Bevorzugung von kränklichen und durch Verpflanzung und Verschulung geschwächter Pflanzen bestehen. Daher wurden im Gießener Stadtwald mehrere Versuchsanlagen errichtet, die es ermöglichen sollten, das Verhalten des Käfers in seinem einmal bezogenenen Nahrungsraum sowohl, als auch den in diesem befindlichen verschiedenartigen Pflanzen gegenüber, die ganze Fraßperiode hindurch zu beobachten.

a) Methode.

In Abteilung 43 und 44 des Gießener Stadtwaldes, die beide mit einer Kiefernkultur von flächenweise verteilten 3—6 jährigen Saat- und Steckpflanzen versehen sind, wurden dem forstzoologischen Institut für seine Zwecke Versuchsflächen zur Verfügung gestellt. Zunächst wurden daraufhin in Abteilung 43 etwa 25 qm Land, auf dem sich 2 Reihen Saatpflanzen im Abstand von 2 m befanden, von einem Fanggraben umgeben. Da dessen Sohle aus schwerem Lettenboden besteht, und der Graben auf einer Seite ohnehin stets Wasser führt, ist das Wasser in der gesamten Umsperrung nie abgesickert und konnte die Käfer so vor dem Abwandern abhalten, sofern sie sich nicht ihres Flugvermögens bedienten. Offenbar haben die Käfer das Ausrücken auch gar nicht versucht, denn ich habe nie einen im Wasser verendeten *Hylobius* gefunden, obwohl sonst massenhaft tote Insekten in diesem Graben zu finden waren.

Zwischen den beiden Saatgutreihen, die sehr dichten Stand zeigten, wurde eine Reihe von annähernd gleichaltrigen (3jährigen) Kiefern gepflanzt. Das Material wurde — um es möglichst zu schwächen — absichtlich sehr grob mit dem Setzkeil gepflanzt. Diese Anpflanzung erfolgte am 10. Mai, also in einer für den Kulturbetrieb schon ziemlich späten Zeit. Sämtliche Pflanzen hatten schon recht lange Triebe geschossen. Trotzdem gingen sie alle an, kümmerten aber zunächst eine Zeitlang in der üblichen Weise und waren infolgedessen bald von den bodenständigen Saatpflanzen überholt. Als man beurteilen konnte, daß die Neupflanzung angegangen war, wurden am 22. Mai 1930, also zu der Zeit, in der die Käferwelle im Frühjahr in ihrem stärksten Maße über die Kulturen kommt, und der Fraßschaden am größten ist, 150 Käfer, auf die 3 Reihen gleichmäßig verteilt, ausgesetzt. Die Aussetzung erfolgte nachmittags 4 Uhr bei warmem Sonnenschein.

Dabei zeigte sich ein merkwürdiges Verhalten. Die meisten Käfer erklommen sofort die Pflanzenspitzen und blieben sämtlich, mit dem Rücken nach der Sonne hin, hier oben sitzen. Als die Sonnenbestrahlung einen Augenblick angehalten hatte, flog eine Anzahl der Käfer fort (Richtung Hochwald). Ein Teil von diesen fiel jedoch teils schon beim ersten Flug-

versuch, zu dem einzelne Individuen mehrmals vergeblich ansetzten, teils nach kurzer, abwärtsgehender Flugbahn zu Boden. Der Flugversuch wurde dann offenbar aufgegeben, denn die Käfer krochen daraufhin ins Pflanzendickicht.

Eine besondere Bedeutung muß aber der Beobachtung beigemessen werden, daß sämtliche Käfer zu gleicher Zeit mit den Flügelpanzern sich gegen die Sonnenstrahlen deckten. Es ist hierin wohl ein ähnlicher Vorgang zu erblicken, wie ihn Bodenheimer im Verhalten der afrikanischen Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* fand.

Gerade am Tage des Aussetzens waren die Käfer erheblichen Temperaturschwankungen unterworfen. Der Temperaturwechsel, der nach und nach auf die Käfer einwirkte, war folgendermaßen: in der Kiste zeigte die Messung 16,4° C, im Walde auf dem Boden des Versuchspflanzenstandortes 26,8° C, in den Zweigen der Kiefern aber nur 22,4° C. Nachdem sich nun die Käfer auf der Flucht vor der Wärmeausstrahlung des Bodens auf die Zweigspitzen begeben hatten, flog, wie gesagt, ein Teil weg, die anderen aber saßen sämtlich mit der Rückseite gegen die Sonne gekehrt.

Diese Beobachtung wird mit der Ansicht Bodenheimers (1930) zu begründen sein, der behauptet, daß heterotherme Tiere, deren Körpertemperatur großen Schwankungen unterworfen ist, die Regulation „lediglich durch eine geschickte Ausnutzung äußerer Wärmequellen (besonders der strahlenden Sonne)“ bewerkstelligen. „Innenregulatorische Vorgänge“, die den Ausgleich durch Produktion eigener Körperwärme vornehmen, liegen also nicht vor. Bodenheimer gibt dafür das erwähnte Beispiel, daß sich bei *Schistocerca* die Körperwärme während des Tagesverlaufs nur deshalb mehr oder weniger konstant erhält, weil die Tiere morgens der Sonne die Breitseite zukehren, um „möglichst viele Wärmestrahlen zu absorbieren, am Mittag hingegen die denkbar kleinste Fläche, um eine möglichst geringe Aufnahmefläche zu bieten“. Experimente bestätigen, daß diesem Vorgang wärmeregulatorische Bedeutung für die Heuschrecken zukommen. Für solche Erscheinungen schlägt Bodenheimer die Bezeichnung „Pseudoheterothermie“ vor.

Zweifellos ist dieser Vorgang der Pseudoheterothermie auch in dem hier geschilderten Verhalten von *Hylobius* zu erblicken.

β) Ergebnisse.

1. Kleinversuche in Abt. 43 des Gießener Stadtwaldes.

Die Überprüfung der Ergebnisse, die in Abständen von 3—4 Tagen vorgenommen wurde, zeigte am 25. Mai 1930, daß die gepflanzte Reihe, die ebenso wie jede der Saatreihen mit 50 Käfern beschickt war, keine einzige Fraßstelle aufwies. Dagegen zeigte die nach der Sonnenseite zu gelegene Saatreihe 13 Fraßstellen. Die gegen Norden gelegene Saatreihe zeigte ebenfalls Fraßstellen, aber in geringerem Maße und nicht so typisch,

daß man sie mit aller Bestimmtheit als *Hylobius*fraß hätte ansprechen können. Da es sich ergab, daß der Versuch mit dem eingesetzten Kiefernmaterial sich zu sehr in die Länge ziehe und daher ein zu wenig typisches Ergebnis haben würde, wurden am 25. Mai. 1930 abermals 60 Käfer gleichmäßig auf drei Reihen verteilt. Schon am nächsten Tage zeigte es sich, daß die Reihe des gepflanzten Materials wiederum von allen Käfern verlassen war. An den anderen Reihen wurden gegen 5 Uhr nachmittags fressende Käfer gefunden.

27. V. 1930. Auch diesmal war die Menge der ausgesetzten Käfer noch zu gering, um sogleich ein klares Bild zu geben. Wahrscheinlich waren auch viele Tiere weggeflogen. Es erfolgte eine dritte Beschickung mit 150 Käfern, die diesmal allesamt auf der Reihe der gepflanzten Kiefern ausgesetzt wurden.

31. V. 1930. Die Käfer haben wiederum die Pflanzkiefernreihe verlassen, fressen in den beiden Saatreihen und zwar hauptsächlich in der auf der Sonnenseite liegenden.

5. VI. 1930. Gründliche Untersuchung jeder einzelnen Pflanze. In der Reihe der gepflanzten Kiefern sind bis jetzt 4 Fraßstellen an besonders fortgeschrittenen Pflanzen zu sehen; diese Pflanzen sind bereits fest im Schieben der Triebe, die übrigen weisen noch Wuchs- und Saftstockungen auf.

In den beiden Saatreihen finden sich 146 Fraßstellen. Manche Stämmchen sind schon so stark befressen, daß mit ihrem Absterben gerechnet werden muß. An den harzflüssigen Pockennarben der übrigen Pflanzen ist zu sehen, daß der Fraß weitergeht.

14. VI. 1930. Auf der Saatreihe ist der Fraß offenbar eingestellt worden. Die Fraßstellen beginnen zu vergrinden. Auch die 4 an den schnellwüchsigen Pflanzkiefern befindlichen sind schon festharzig geworden. Die bei Beendigung der mehrmaligen Nachwuchse an den Saatreihen vorhandene Anzahl von Fraßstellen beläuft sich auf 369 Stück. Auf die nach der Sonnenseite zu gelegenen Pflanzen entfallen davon allein 234.

10. VII. 1930. Nachsuche. Es herrscht offenbar allgemeiner Fraßstillstand, denn nirgends zeigen sich frische Fraßflächen, die auf eine weitere Tätigkeit des Käfers während der letzten Wochen schließen lassen. Neue Fraßstellen sind zu den alten offenbar nicht hinzugekommen. Man könnte nun beim Suchen nach Gründen für die Erscheinung zunächst eine Abwanderung der Käfer in die angrenzenden und umliegenden Kulturen annehmen, wenn sich hier nicht ebenfalls ein deutlicher Rückgang bezw. Stillstand der Fraßtätigkeit hätte feststellen lassen. Diese Beobachtung stimmt auch mit dem allgemeinen Befund überein. So wurden im Monat Juni in der Försterei Gießen 26 423 Käfer an den ausgelegten Fangknüppeln gesammelt, im Monat Juli aber nur 9154 und davon entfallen auf den Anfang des Monats allein über 5000 Stück.

Offensichtliche Fraßruhe herrschte in den Kulturen im Monat August. An den Fangknüppeln der obengenannten Försterei wurden nur 619 Käfer abgelesen. Demnach scheint nach Beendigung der Eiabgabe der Käfer aus allen Kulturen abzuwandern.

2. Kleinversuch in Abt. 44 des Gießener Stadtwaldes. (Kontrollversuch.)

Zur Kontrolle der Ergebnisse in Abt. 43 wurde in der gegenüberliegenden Abt. 44 ein kleineres Areal abgegraben, und die schon vorhandenen 4jährigen Saatpflanzen mit 3 Jahre alten gepflanzten Kiefern unterbaut.

Beide Abteilungen liegen als Freifläche inmitten eines Kiefernaltholzbestandes und enthalten sowohl angepflanzte wie gesäte Pflanzen von *Pinus silvestris* im Alter von 3—6 Jahren. In der Abteilung 44 hat das Forstamt Gießen zu waldbaulichen Versuchszwecken außerdem verschiedene Provenienzen der Kiefer flächenweise angepflanzt. Der Käferbefall war bei allen Provenienzen gleichmäßig, der Käfer macht also unter den Kiefern verschiedener Herkunft und Rasse keinen Unterschied.

Zur Durchführung des Kontrollversuches in Abt. 44 waren auf der abgegrabenen Kulturfläche je 16 Pflanz- und Saatkiefern angebaut worden. Ihre Anordnung war so getroffen, daß auf jeden Sämling eine Pflanzkiefer folgte.

Die erste Beschickung erfolgte am 21. Mai 1930 mit zunächst 48 Käfern. Diesmal wurden nicht Käfer aus der Institutskiste verwandt, sondern solche, die in der Kultur an Fangkloben gefangen worden waren. Die Aussetzung erfolgte nachmittags gegen 4 Uhr. Im Gegensatz zu den aus der Institutskiste stammenden Käfern verkrochen sich diese Tiere trotz gleicher Insolation sofort und zeigten vor allem keinerlei Flugbedürfnis.

22. V. 1930. Erste Untersuchung. An den gesäten Pflanzen sind bereits 4 Fraßstellen vorhanden. Von den Pflanzkiefern ist keine einzige befressen. Es erfolgt eine zweite Käferbeschickung mit ebenfalls 48 Exemplaren. Auch diese Käfer wurden gleichmäßig verteilt. Sie stammten ebenfalls aus der umliegenden Kultur.

25. V. 1930. Die gründliche Untersuchung hat als Ergebnis die Feststellung, daß von den gepflanzten Kiefern nur eine, von den gesäten aber 9 befressen sind.

27. V. 1930. Es werden nochmals 64 Käfer, die der Institutskiste entnommen sind, ausgesetzt, da sich die vorher in den Versuch gebrachten nicht gehalten haben. Sie verkriechen sich nicht, sondern bleiben zunächst auf den Pflanzen sitzen, machen aber keine Flugversuche, offenbar weil die Sonne nicht scheint und die Temperatur gesunken ist.

30. V. 1930. Alle Saat ist befressen und zwar sehr stark, von den gepflanzten Kiefern weisen 3 gut entwickelte Pflanzen spärliche Fraßflächen auf.

3. Großversuch in Abt. 43 des Gießener Stadtwaldes.

Unmittelbar anschließend an die Provenienzfläche, in der der Kleinversuch angestellt wurde, befindet sich eine Parzelle mit mehreren hundert im Jahre 1929 mit dem Setzkeil gepflanzter 3jähriger Kiefern. Hier hatte sich in diesem Jahre ein größeres Käferauftreten gezeigt, als in der daneben liegenden Saatanlage. Der Förster ist der Ansicht, daß der Käfer nicht etwa deshalb sich auf der Pflanzkulturfläche aufhielt, weil er hier lieber frißt, sondern nur deshalb, weil die gepflanzten Kiefern auf einer Fläche stehen, die später abgetrieben worden ist, als die jetzige Pflanzungsfläche, so daß den Käfern hier frischere Fichtenstubben für das Brutgeschäft zur Verfügung standen, als in dem älteren Saatteil der Kultur.

In diesem Abschnitt wurden nun 300 im Jahre 1929 eingebrachter Pflanzen mit Pflöcken markiert und zwischen ihnen, ebenfalls kenntlich gemacht, 100 bereits im Frühjahrstrieb fortgeschrittene, gleichaltrige Pflanzen mit dem Setzkeil eingepflanzt. Die Größe dieser Versuchsfläche beträgt 15×17 m. Die Pflanzung erfolgte am 10. V. 1930, also spät im Kulturjahr. Das Umsetzen mußte somit Saftstockung und Welkwerden zur Folge haben.

Die erste Beschickung mit Käfern geschah am 28. V. 1930. Die Käfer wurden in bestmöglichster Verteilung so ausgesetzt, daß 100 Stück gleichmäßig auf den im Jahre 1929 gepflanzten, 100 auf den 1930 gepflanzten Teil und 100 auf die angrenzenden Saatpflanzen ausgesetzt wurden.

31. V. 1930. In zwei Tagen hat der Käfer von den 300 Kiefern der vorjährigen Pflanzung bereits 22 ziemlich stark befressen. Daneben wurden an manchen Pflanzen auch alte Fraßplätze vom vorjährigen Fraß beobachtet. Die beiden mit Käfern versehenen Saatreihen sind Stück für Stück regelmäßig befressen.

5. VI. 1930. Zweite Besichtigung. Pflanze für Pflanze wurde untersucht und festgestellt, daß überraschenderweise von den 300 im Vorjahr eingebrachten Pflanzen 170 ganz erheblich befressen waren, von den 100 in diesem Jahre eingebrachten nur 6 und zwar sind diese 6 Stück besonders gut entwickelt und haben schon längere Triebe geschoben als die anderen. Offenbar sind sie auch am schnellsten „angegangen“ und haben am wenigsten unter dem Pflanzakt leiden müssen, so daß die Phase der Saftstockung bald überwunden war. In der angrenzenden Saat wurden verhältnismäßig mehr „blutende“, also harzflüssige Stellen gefunden als in der Pflanzung. Es scheint so, als würde der Käfer langsam aus der Pflanzkieferkultur nach der Saatkultur hin abrücken.

Dies hätte seinen Grund entweder in der Bevorzugung der Saatpflanze oder aber darin, daß der Käfer den von der Sonne stark beschienenen, trockenen und unkrautfreien, kahlen Steckpflanzenabschnitt der Kultur absichtlich gegen den schattigen und total vergrasten Teil der

Nachbarpartien, nämlich der Saat, vertauscht hätte. Jedenfalls tritt hier bereits Fraßschaden an Stellen auf, wo vorher keiner zu bemerken war und auch Käfer nicht ausgesetzt wurden.

20. VI. 1930. Auf der unter dem Einfluß der heißen Tage fast ausgetrockneten, dürren Pflanzkulturfläche ist kein frischer Fraß mehr festzustellen, dagegen hält er noch mit unverminderter Heftigkeit in den schattigen Saatpartien an. Der Käfer hat sich hier weit über die in den Versuch einbezogenen Partien ausgedehnt. Aus dieser Beobachtung ergibt sich eine deutliche Reaktion des Käfers auf die im Verlauf der Trockenperiode dieses Sommers recht beträchtlich vorhandene Insolation und die in ihrem Gefolge auftretende Austrocknung unbeschatteter Böden. Bei seinen Expansionsbestrebungen zeigte der Käfer weiterhin im Verlauf der Trockenperiode eine gewisse Bevorzugung der feuchtesten Stelle in der Kultur, die etwa 25 qm umfaßt. Hier fraß der Käfer am heftigsten und am längsten. Die mehrmals untersuchte Probe der Bodenoberfläche ergab für diese Stelle durchschnittlich 3—8 % momentane Feuchtigkeit mehr als für den angrenzenden Teil. Jedenfalls war sie hier stets höher als im unbeschatteten Kulturteil. Hierdurch kam eine regelrechte „Fraßzone“ zustande.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß der Käfer biologisch bereits selbständig gewordene Pflanzen, sowohl Saat wie Pflanzung, sofern sie gleichzeitig nebeneinander vorkommen, wenigstens so lange den frischeingebrachten Exemplaren vorzieht, als diese noch um ihre Existenz zu ringen haben und der Wachstumsprozeß sich noch in einem Stadium der Hemmung befindet. Im letzteren Falle bevorzugt er unbedingt die Saat.

Im übrigen ergibt sich für die Praxis als vorbeugende Maßnahme für Gebiete mit starkem Käferbefall, die Anpflanzung nur auf bereinigtem, von Gras und Unkraut befreitem Gelände vorzunehmen (Hochstreifenkultur). Insbesondere das Moosvorkommen um den Wurzelhals des Kiefernstämmchens ist oft geradezu ausschlaggebend für den Aufenthalt des Käfers. So nahm er z. B. in dem Kleinversuch 44 sofort Pflanzen, die er vorher mied, an, wenn diese künstlich mit feuchtem Moos umgeben wurden und eine Verhärtung der Bodenoberschicht durch Austrocknung nicht erfolgen konnte.

Es liegt der Gedanke nahe, daß die öfters unwillkürlich beim Pflanzenakt eintretende und mitunter besonders bei Regenwetter gar nicht zu vermeidende Verschmierung des unteren Pflanzenschaftes durch Lehm oder Wurzelerde die Fraßtätigkeit des Käfers zum Stillstand brächte. Das ist aber nicht der Fall. So wurden denn auch in Abteilung 44 die im Kleinversuch befindlichen Saaten mit Lehm verschmiert, mit dem Ergebnis, daß der Käfer ungestört weiter fraß.

c) Versuche über den Herbstfraß in den Kulturen.

Abteilung 43 des Gießener Stadtwaldes.

Um festzustellen, ob der Käfer auf die im Verlauf der letzten Wachstumsperiode erfolgten physiologischen und morphologischen Veränderungen der Pflanzen reagiert, wurde ein Herbstfraßversuch im September (Ende des Monats) unternommen zu einer Zeit, in welcher der Käfer auch sonst — aber sehr schwach — in den Kulturen fraß.

Zunächst wurden auf dem Kleinversuchsfeld der Abteilung 43 80 Käfer ausgesetzt und zwar so, daß nur die zwischen den zwei Saatreihen stehende Pflanzkiefernreihe, die im Frühjahr in die Kultur hineingebracht und mittlerweile vollends selbständig geworden war, je einen Käfer auf eine Pflanze erhielt.

Die Kontrolle Anfang Oktober ergab, daß auch jetzt wieder wie im Frühjahr sämtliche Käfer die Pflanzen der nicht autochthonen Reihe verlassen hatten, so daß sich hier kein einziger frischer Fraßplatz vorfand. Statt dessen aber waren die beiden Seitenreihen mit Saatpflanzen, in denen neuerdings keine Käfer ausgesetzt waren, und die auch von den früher ausgesetzten Individuen nicht mehr befallen sein konnten, von den neu in den Versuch gebrachten Käfern angenommen worden.

Im Gegensatz zu den Frühjahrsergebnissen machte aber im Herbst der Käfer einen deutlichen Unterschied in der Bevorzugung eines bestimmten Standorts der Pflanzen. Offensichtlich zeigte er seine Vorliebe für die nach der Sonnenseite zu liegende Saatreihe, was eine gewisse Fähigkeit, auf Witterungseinflüsse zu reagieren, erkennen läßt. Im einzelnen ergab sich bei der Nachsuche am 10. Oktober 1930 in dem Kleinversuch der Abteilung 43 folgendes Bild:

	Norden (Saatreihe)	Mitte (Reihe der Pflanzkiefern, in der die Käfer ausgesetzt waren)	Sonnenseite (Süden) (Saatreihe)
1.	—	—	x
2.	—	—	x
3.	—	—	xx
4.	x	—	x
5.	—	—	x
6.	—	—	x
7.	x	—	x k
8.	x k	—	x
9.	—	—	x
10.	x	—	xxx k
11.	—	—	x
12.	—	—	xxx k
13.	—	—	—
14.	—	—	xx

Anmerkung: x = Fraßplatz; k = Fressender Käfer. Beobachtungszeit: 4 Uhr nachmittags.

Die Fraßtätigkeit des Käfers war im übrigen, mit derjenigen im Frühjahr verglichen, recht mäßig, und es scheint so, als würde der spürbare Fraßschaden im Herbst lediglich von frischgeschlüpften Jungkäfern angerichtet. Da der Herbstfraß nicht jedes Jahr beobachtet wird, erfährt dieser Schluß eine gewisse Bestätigung. Der Käfer verschwand außerdem nach etwa 14tägigem Aufenthalt im Versuchsfeld vollständig und zwar im Verlauf einer anhaltenden Regenperiode. Da zugleich Nachtfröste einsetzten, und sich in der übrigen Kultur keine Käfer mehr feststellen ließen, kann angenommen werden, daß sie sich zur Winterruhe begeben haben.

Abteilung 44. Kleinversuch.

Hier wurden ebenfalls Ende September 40 Käfer ausgesetzt. Die Nachsuche 2 Tage später ergab, daß alle Käfer abgewandert waren, keine einzige der 32 Pflanzen zeigte Fraßspuren. Darauf wurden abermals 40 Käfer ausgesetzt, in der Erwartung, daß das durch Regengüsse inzwischen im Graben angestaute Wasser die Abwanderung verhindern würde. Das Wasser sickerte aber nach ein paar Tagen ab und der Käfer verschwand abermals aus der Anlage. Immerhin hatte er aber ein paar Tage gefressen und es bot sich bei der Nachforschung folgendes Ergebnis:

Von 16 Exemplaren in der Reihe der gepflanzten Kiefern waren befressen: 0, von 16 Exemplaren in der Reihe der Saatkiefern dagegen: 5.

Da die Reihe von Süd nach Nord gelegen ist, war es unmöglich, auch hier den Einfluß der Insolation nachzuprüfen. Jedoch ergab die bodenkundliche Untersuchung Aufschluß über den wahrscheinlichen Grund des Abwanders der Käfer aus Abteilung 44: Die Bodenoberfläche hat hier 12% momentane Feuchtigkeit mehr als die Bodendecke der nebenanliegenden Versuchsabteilung 43. Bodenanalyse (Feuchtigkeitsbestimmung):

Abteilung 43		Abteilung 44	
Ton VIII + S	= 51,9053	A_4 + 3	= 55,5100
Sand VIII	= 29,8792	A_4	= 29,7649
	22,0261		25,7649
trocken . . .	47,7000	trocken	48,7650
toniger Sand .	29,8792		29,7649
	17,8208		19,0001
Feuchtigkeit	= 23,5%	Feuchtigkeit	= 35,5%

II. Hauptteil. Untersuchungen über die Ökologie und Klimatologie des Nahrungsraumes.

a) Die kombinierte Wirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Ausgangspopulation und die Aktivität des Käfers. (Vorbereitende Erweckungswärme und unmittelbarer Austrittsreiz, durchschnittliche Reizintensität, Reizminimum, Reizoptimum, Fraßzonenbildung).

Daß der Entwicklungsprozeß pökylothermer Tiere und vor allem seine Dauer von der Umwelttemperatur mehr oder minder beeinflußt wird, ist

bekannt. Eine gewisse Wärmesumme muß auf das in der Metamorphose befindliche Insekt einwirken, um sie zu beschleunigen und zu vollenden. Allgemein also braucht der Entwicklungszyklus bei niedrigen Wärmegraden längere Zeit als bei hohen Temperaturen. Schwierigkeiten machte es, eine brauchbare, d. h. praktisch verwertbare Methode zu finden, mit deren Hilfe es möglich ist, diese Wärmesumme für bestimmte Insekten festzustellen. Bei diesem Versuch stehen besonders die forstschädlichen Insekten im Vordergrund des allgemeinen Interesses.

Auf dem einfachen, aber primitiven Wege, die Verhältnisse von andern bereits bekannten wechselwarmen Tiergruppen auch auf die Insekten zu übertragen, also z. B. wie bei den Fischen, eine konstante Wärmemenge als Indikator der Inkubationsdauer anzusehen, kam man nicht weiter. Man mußte einsehen, daß dort infolge der Einheitlichkeit der umgebenden Materie (Wasser) eben nur die ihr eigene Wärmemenge ausschlaggebend war, während die Beeinflussung des Insektes durch viele Außenfaktoren erfolgt. In erster Linie geschieht dies durch die Außentemperatur, dann aber auch durch Luftfeuchtigkeit, Licht, Elektrizität und Nahrung. Schon Ratzeburg hat diesen Gedanken in dem von Escherich in seinen Werken mehrmahls zitierten Satz Ausdruck gegeben: „Schließlich kommt hier alles, wie bei den Pflanzen, auf die ‚Wärmesumme' in Boden und Luft an, welche eine Gattung und Art zu ihrer Entwicklung braucht."

Unzureichend war es, die Wärmesumme dadurch festlegen zu wollen, daß man bei jeder Käferart die Entwicklungstage mit den mittleren Tagestemperaturen vervielfachte. „So fand Förster Uhlig in Tharandt bei täglich 3maliger Temperaturbeobachtung während einer Generation des Fichtenborkenkäfers vom 30. Mai bis 21. Juli eine Wärmesumme von 1145° C oder täglich im Durchschnitt 22,02°, während der 2. Generation vom 4. August bis 3. Oktober eine Summe von 1228,5° oder täglich im Durchschnitt 20,48°." (Escherich 1914.) Diese Berechnungsmethode mußte aber schon deshalb zu irrigen Ergebnissen führen, weil sie sich auf die Verwendung einseitiger Faktoren stützte und nicht umfassend alle am Entwicklungsprozeß beteiligten Funktionen berücksichtigte. Darüber hinaus war sie aber auch noch eine mathematische Fehlspekulation; denn beide miteinander multiplizierten Zahlenkomplexe enthielten beträchtliche Fehlerquellen, und durch die Multiplikation wurde somit nicht nur die Zahl an sich vergrößert, sondern auch ihr zahlenmäßiger Anteil an Fehlern, die Wahrscheinlichkeitsrechnung also allzu ungenau.

Eine theoretisch einwandfreiere, aber praktisch bislang noch nicht allgemein zu verwertende Methode hat Blunck in seiner „verbesserten Wärmesummenregel" gegeben. Sie basiert auf der Einschaltung des neuen Begriffs vom Entwicklungsstillstand bei der Überschreitung des Minimums an notwendiger Entwicklungswärme. Dieses Stadium bezeichnet Blunck als den Entwicklungsnullpunkt und definiert ihn als jene Temperatur, unterhalb der jede Fortentwicklung zum Vollinsekt aufhört. Alle darüber ge-

legenen Temperaturen nennt er effektive Wärmegrade; man findet sie durch Subtraktion des Entwicklungsnullpunktes von der jeweiligen Außentemperatur. Das Produkt aus Entwicklungsdauer und effektiver Wärmemenge stellt eine konstante Größe dar, deren kurvenmäßige Wiedergabe stets eine gleichseitige Hyperbel zeigt. Die Formel für diese Hyperbel würde alsdann folgendermaßen lauten: Entwicklungsdauer (Außentemperatur — Entwicklungsnullpunkt) = konstant oder

$$t(v - c) = \text{const.}$$

Neuerdings hat nun Janisch behauptet, daß die Blunckschc „verbesserte Wärmesummenregel" auch theoretisch nicht haltbar ist. Eine exakte mathematische Darstellung aller entwicklungsphysiologischen Probleme ist nach Janisch nur durch die Verwendung von Exponentialfunktionen möglich. Bodenheimer erkennt diese Anschauung mit besonderer Betonung ihrer grundsätzlichen (also theoretischen) Bedeutung an unter Berufung auf den Physiologen Puetter, der darauf hinwies, daß „alle bisher in der allgemeinen und vergleichenden Physiologie bekannten Gesetzmäßigkeiten Exponentialfunktionen seien." Martini hat praktische Bedenken gegen die Anwendung der Exponentialfunktionen und schlägt, von Bodenheimer unterstützt vor, „vorläufig mit der Hyperbel als Ausdruck der Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer sich zu begnügen" (Escherich). Schon aus der Verwendung des Ausdrucks „vorläufig" geht hervor, daß eine rein mathematische Formel für diese Beziehungen noch nicht vorliegt, und daß hinsichtlich der Klärung der Abhängigkeit des Insekts von Temperatur und Feuchtigkeit und damit ihrer kurvenmäßigen Darstellung die Wissenschaft noch an einem Ausgangspunkt steht. Trotzdem — vielleicht auch deshalb — meint Bodenheimer, „die Hyperbel gestattet unter Berücksichtigung der begrenzenden Faktoren die Berechnung der Lebensgeschichte eines Insekts, dessen allgemeine Temperaturentwicklungskurve uns bekannt ist, für jeden Ort mit bekanntem Klima mit hinlänglicher Genauigkeit."

Ist dazu noch die (ebenfalls von Temperaturbeeinflussungen abhängige) durchschnittliche Eizahl bekannt, so läßt sich für jedes Jahr das „Entwicklungspotential" berechnen, d. i. die größtmögliche Vermehrungsziffer einer Art. Dieser von Bodenheimer in die Wissenschaft eingeführte Begriff ist die Basis aller epidemiologischen Berechnungen. Denn unter Hinzuziehung des von Bremer aufgestellten „Vernichtungsquotienten" d. h. desjenigen Index, der angibt, wieviel zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichts und des Normalzustandes von der Überproduktion einer Art vernichtet werden muß, läßt sich der absolute Vermehrungsgrad des Insekts ermitteln.

Wie schon eingangs betont wurde, stehen die epidemiologischen Forschungsrichtungen mit der Verwendung mathematischer Prinzipien „erst im Beginn eines systematischen Ausbaus" (Bremer). Noch sucht ja gerade die Wissenschaft dauernd nach all den ökologischen Bestimmungs-

faktoren, die zur kurvenmäßigen Darstellung der Lebensgeschichte eines Insekts sowie als Maßstab seines Entwicklungspotentials und Vermehrungskoeffizienten und zur Bestimmung des Vernichtungsquotienten herangezogen werden müssen. Wenn wir heute auch schon so weit sind, zu wissen, um was für Faktoren es sich in der Hauptsache handelt, so gilt es fürderhin zu klären, inwieweit sie ausschlaggebend sind, und wie sie in das Leben einer jeden Art und hier wieder eines bestimmten Entwicklungsstadiums eingreifen.

Das Ergebnis unserer Untersuchungen über das Abhängigkeitsverhältnis des *Hylobius abietis* von den klimatischen Verhältnissen ist im folgenden beschrieben. Da es sich um Beobachtungen im Freiland handelt, war es nur möglich, einen bestimmten Ausschnitt aus der Lebensgeschichte von *Hylobius* zu untersuchen, und zwar das Verhalten der Ausgangspopulation bei wechselnden Witterungsverhältnissen, und die Abhängigkeit des täglichen Käferzugangs von der Kombinationswirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Immerhin ist durch die kurvenbildliche Wiedergabe dieser Ergebnisse die Reaktion des Käfers auf klimatische Einflüsse wenigstens in einem bestimmten Stadium seines Lebenszyklus ohne jegliche Veränderung der natürlichen Verhältnisse erkennbar und darstellbar geworden. Angestrebt war dabei, durch zahlreiche Messungen die klimatischen Einheitsfaktoren des Standorts in ihrem Wirkungskomplex und ihrer Abhängigkeit vom Makroklima zu ermitteln. Daraus ergeben sich abgesehen von gewissen prognostischen Berechnungsmöglichkeiten bestimmte Ableitungen für die Beeinflussung des Standortklimas durch die allgemeine Wetterlage.

Nach Friederichs unterscheidet man 3 verschiedene Arten von Klimalagen. Erstens das allgemeine meteorologische Klima, das eine Region beherrscht (also das „Großklima"), zweitens das Standortklima eines bestimmten Biotopes, das ein Areal beherrscht und drittens das Kleinklima (Mikroklima), das sich aus Einzelmessungen auf kleinstem Raum (Habitat) ergibt. Dieses deckt sich keinesfalls mit dem Durchschnittsklima des Standorts (Wald, Kultur), sondern ist an den verschiedenen Örtlichkeiten, den sogenannten Habitaten, sogar in meßbarer Differenz nachzuweisen.

So zeigte z. B. am 22. Mai 1930 die Temperaturablesung der Wetterdienststelle in Gießen (Großklima) mittags 2 Uhr: 20,8 ° C.

Im Wald (Standort):	
Sonne	Schatten (Waldrand)
20,3 ° C	18,2 ° C

Mikroklima:	
Boden (unverdeckt)	Astwerk des Strauchs
28,6 ° C	18,9 ° C

Allgemein kann gesagt werden, daß das Mikroklima weniger als das Standortklima vom Makroklima beeinflußt wird, von dem sogar über alle örtlichen Verhältnisse hinaus das Standortklima hauptsächlich abhängig

ist. Das geht auch aus den später gebrachten Kurven hervor. Auf Abb. 1 zeigt z. B. der tägliche Käferzugang und das erstmalige Erscheinen der Ausgangspopulation der beiden Watzenborner Käferkurven eine Differenz im Käferaustritt um Tage, was bedingt wurde dadurch, daß die Fichtenkultur schattenreicher war als die Kiefernkultur und trotz gleichen Standortsklimas im Kiefernjungbestand die durchschnittlichen Temperaturen aller einzelnen Habitate um 2—4 ° wärmer waren als dort; dazu kommt noch, daß die Fichtenkultur auf — von Natur aus — feuchtem, der Kiefernbestand aber auf trockenem Boden steht. Im großen ganzen aber folgte der tägliche Käferzugang aller Beobachtungsstellen genau dem Verlauf der auf Abb. 1 wiedergegebenen meteorologischen Wärmekurve und wurde nur dann beeinflußt, wenn die Luftfeuchtigkeitskurve aus ihrer optimalen Einflußzone herausgeraten ist. Diese Einflußzone liegt, wie

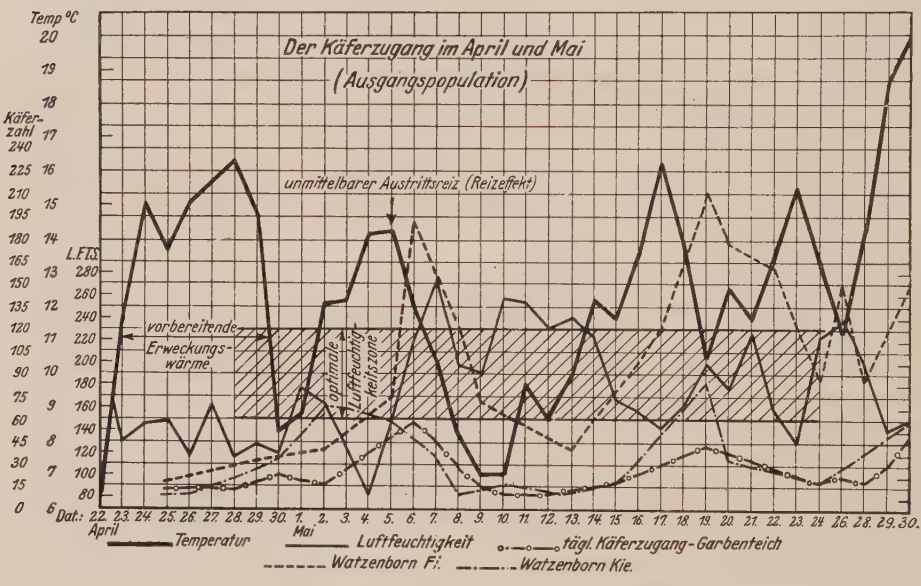


Abb. 1.

Anmerkung zu Abb. 1. Wiedergabe der Abhängigkeit des täglichen Käferzuganges von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Revieren Garbenteich und Watzenborn; letzteres besitzt 2 Kontrollstationen, eine in Fichten-, die andere in Kiefernkultur. Die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen wurden von der nicht über 10 km entfernten Hessischen Wetterdienststelle in Gießen angestellt. Die Käferkurven wurden gewonnen aus den durch die Monate April und Mai hindurch in den einzelnen Revieren festgestellten täglichen Fangergebnissen an den in der Kultur ausgelegten Fangkloben. Über das aus den Kurven gewonnene Abhängigkeitsverhältnis von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und täglichem Käferzugang vergleiche die textliche Verarbeitung der Ergebnisse auf S. 266 und 268 ff.[1])

[1]) Weitere Daten über „Fangergebnisse“ und „Witterungsverhältnisse“ findet man in der inzwischen erschienenen Arbeit von Dr. v. Butovitsch (Eberswalde): „Beiträge zur Bekämpfung und Biologie des großen braunen Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L.“ (Mittlg. a. Forstwirtsch. u. Forstwiss. Preuß. Min. f. Landw., Dom. u. Forst. 1931.)

ihre deduktive Ableitung aus dem Kurvenbild der Abb. 1 ergibt, für *Hylobius abietis* mutmaßlich zwischen 150 und 230 Einheiten täglicher Luftfeuchtigkeit (ausgedrückt in Tagessummen). Das Vorhandensein über- und unteroptimaler Luftfeuchtigkeitssummen hatte stets ein Abnehmen des in der Käferkurve ausgedrückten Zugangs zur Folge. So bewirkte am 4. Mai, 17. Mai, 23. Mai die unteroptimale Luftfeuchtigkeitssumme trotz optimaler Temperaturbedingungen eine Verzögerung des täglichen Zugangs, bezw. ein Absinken der Kurven. Trotz eines gewissen Abhängigkeitsgrades von der Optimalzone der Luftfeuchtigkeit zeigt aber das Schwanken der täglichen Zugangskurve beim Vergleich mit der Temperaturkurve, insbesondere an der Übereinstimmung aller extremen Kurvenknickungen, daß die Temperatur von dominierender, die Luftfeuchtigkeit dagegen von untergeordneter Wirkung auf den Käferzugang ist. Ausschlaggebender als auf das Erscheinen der Ausgangspopulation wirkt die Luftfeuchtigkeit dagegen auf die tägliche Aktivität.

Diese im folgenden unter den Ergebnissen noch näher dargelegte Feststellung scheint somit auch die Ansicht Uvarovs (1930) zu bestätigen, der über Feuchtigkeitseinfluß sagt: „Obschon exakte quantitative Untersuchungen über die Wirkung relativer Luftfeuchtigkeit auf die Aktivität der Insekten nicht gerade in großer Zahl vorhanden sind, erlauben die bisher vorliegenden Daten doch auf ein ähnliches allgemeines Schema für die Feuchtigkeitsabhängigkeit zu schließen, wie es für die Temperaturabhängigkeit gilt“

α) Methode.

Nach diesen vororientierenden Angaben sei kurz eine aufklärende Übersicht über das Zustandekommen des hier wiedergegebenen diesjährigen Kurvenbildes von der Ausgangspopulation des *Hylobius abietis* in einigen in der näheren Umgebung von Gießen liegenden Revieren gegeben. Wir ließen in den Revieren Gießen, Garbenteich, Watzenborn und Großen-Linden, welche als Kontrollstationen die an die Peripherie der Gießener Gemarkung angrenzenden Waldungen umfassen und durchweg von dem Ort der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessung nicht über 10 km entfernt sind, die Tagesergebnisse des Rüsselkäfersammelns an Fangkloben genauestens aufzeichnen und monatlich bei uns einreichen. Die Aufzeichnung der einzelnen Beobachtungsstellen geschah unabhängig voneinander und ohne Angabe des Zweckes. Dennoch zeigten die Ergebnisse vollkommene Übereinstimmung, nebenbei ein Beweis, daß an allen Stellen exakt beobachtet worden ist. Das Material wurde dazu verwandt, das erstmalige Erscheinen des Käfers in den Kulturen im Frühjahr 1930 und seinen täglichen Zugang kurvenmäßig zum Ausdruck zu bringen, wobei das Steigen der Kurven „Anwachsen“ und ihr Fallen „Verminderung“ der Käferzahl bedeutet. Für jede Beobachtungsstation ergab sich so eine aus ihrem laufenden Sammelergebnis zustande gekommene Käferkurve.

Zum Schluß wurde dann die Temperaturkurve und die Kurve der täglichen, in „Einheiten“ ausgedrückten Luftfeuchtigkeitsmenge eingetragen, woraus sich das Gesamtkurvenbild der Abb. 1 u. 2 ergab, das sich hauptsächlich über die Monate Mai und Juni erstreckt.

β) Ergebnisse.

Soweit die hieraus folgenden Ergebnisse nicht schon in der Einleitung zu diesem Kapitel vorweg genommen sind, lassen sich — wie sich aus Abb. 1 ergibt — Rückschlüsse über das Verhalten der Ausgangspopulation und des täglichen Zugangs von *Hylobius* unter gewissem Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinfluß ziehen.

Das Erscheinen des Käfers im Frühjahr ist vom Vorhandensein einer gewissen Wärmemenge abhängig. Diese Wärmemenge, die auf den noch in der Bodentiefe befindlichen Käfer einwirken muß, um ihn zur Austrittsreife zu bringen, nenne ich vorbereitende Erweckungswärme. Vor dem Zustandekommen der Austrittsreife und dem Erscheinen der Ausgangspopulation muß eine entsprechend hohe Temperaturlage lange genug auf den Zustand des Käfers eingewirkt haben, denn bevor die Wärmesumme nicht so groß ist, um bis in die Tiefe zu dringen, kann der Käfer nicht austrittsreif werden. Dabei ist es zweifelhaft, ob der Reizeffekt den Käfer in der Puppenwiege oder in der umgebenden Bodenschicht antrifft.

Neben dieser vorbereitenden Erweckungswärme bedarf es aber noch des unmittelbaren Austrittsreizes oder des Reizeffektes. Es ist durchaus möglich, daß bei stetiger Temperatur über eine gewisse Dauer von Tagen der unmittelbare Austrittsreiz und die vorbereitende Erweckungswärme zusammenfallen. Sie können miteinander identisch und nicht mehr voneinander unterschieden werden. Dies braucht aber, wie das Kurvenbild der Abb. 1 auch zeigt, keinesfalls immer einzutreten; denn bei jähem Absinken der Temperaturkurve bleibt auch der bereits austrittsreife Käfer, auf den ebensolange wie auf die Tags zuvor erschienenen Käfer die „vorbereitende Erweckungswärme“ eingewirkt hat, im Boden und wartet auf den „unmittelbaren Austrittsreiz“. Die Wirksamkeit des Austrittsreizes wird begrenzt durch den jeweiligen physiologischen Zustand des Käfers, durch die Bodentiefe und durch die Standortsverfassung, in der sich der Käfer befindet. So ist es zum Teil (d. h. unter Ausschluß der biologischen Differenzen) zu erklären, wenn trotz vorheriger genügender Erwärmung des Bodens die Käfer nicht alle zu gleicher Zeit kommen, sondern ihr Auftreten sich über Mai und Juni hinaus verzettelt. Die Reaktion des Käfererscheinens auf das Steigen und Fallen der Temperatur- (und Feuchtigkeits-)Kurve beweist aber das Vorhandensein des „unmittelbaren Austrittsreizes“. Er braucht im Gegensatz zur Stetigkeit der vorbereitenden Erweckungswärme nur einmalig zu sein, denn die einmal ausgetretenen Käfer reagieren nicht mehr auf Witterungswechsel, vgl. Abb. 2; sie verkriechen sich alsdann nicht mehr, sondern reagieren darauf nur noch (im

Sinne Uvarovs) in ihrer täglichen Aktivität. Am besten beweist das die Junikurve, wovon aber erst später die Rede ist.

Befinden sich z. B. 80 Käfer in einer Grohmannschen Brutgrube, auf die eine bestimmte Wärme eingewirkt hat, so wird sich je nach der zeitlichen, örtlichen und physiologischen Ungleichheit der Käferindividuen die Austrittsreife nicht gleichzeitig einstellen, sondern im Sinne der hier dargelegten Beziehungen sukzessive. So kann es vorkommen, daß von anscheinend gleichweit entwickelten Käfern an ein und demselben Brutknüppel die zum Austritt notwendige Wärmesumme für den einen schon heute erreicht wird, für den anderen erst nach Tagen. Hier führt sie zum Austritt, der am nächsten oder übernächsten Tag erfolgt (s. Kurve am 6., 19., 26., 29. und 30. Mai), dort aber kann er unterbleiben, obwohl die Wärmemenge und ihr Wirkungsgrad jetzt genau so groß geworden sind, wie sie bei den bereits ausgetretenen Käfern war. Fällt gegen Ende der Einwirkungszeit der vorbereitenden Erweckungswärme die Temperatur,

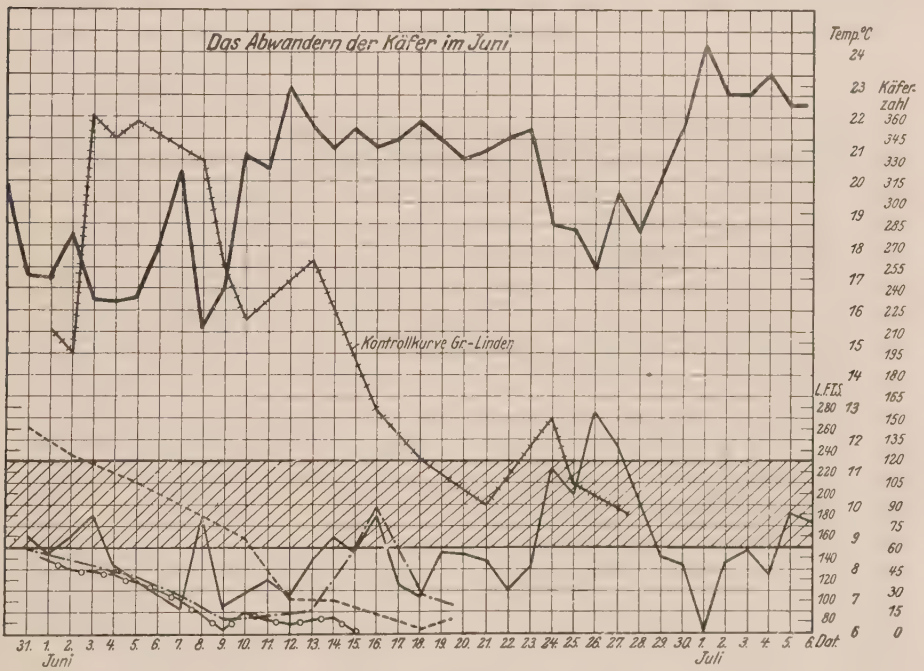


Abb. 2.

Anmerkung zu Abb. 2. Sie enthält die Fortsetzung der Abhängigkeitsangaben des täglichen Zugangs von *Hylobius* von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Monat Juni 1930 in den bereits in Abb. 1 benannten Revieren Garbenteich und Watzenborn, wozu auf dieser Tafel noch die Kontrollkurve Großen-Linden gekommen ist. Die auf Abb. 1 den einzelnen Revieren überwiesenen Kurven wurden in gleicher Darstellung auf die Abb. 2 übernommen, so daß also die Abb. 2 die unmittelbare Fortsetzung der Abb. 1 darstellt. Die textliche Verarbeitung der aus diesen Kurven gewonnenen Ergebnisse ver gleiche auf S. 268, 270 ff.

dann bleibt der jetzt austrittsreif gewordene Käfer im Boden, weil nach dem Wechsel der Witterung der unmittelbare Austrittsreiz ausgesetzt hat. Das Verzögern des Käfers liegt dann nicht, wie man oft fälschlicherweise angenommen hat, an Entwicklungshemmungen, sondern an dem Wegfall des unmittelbaren Austrittsreizes. Er reguliert den täglichen Zugang.

Es läßt sich leicht berechnen, wie hoch die durchschnittliche vorbereitende Erweckungswärme zu sein hat. Sie ist der Quotient von Reizmenge und Reizdauer und wird charakterisiert durch die durchschnittliche Reizintensität: $\frac{\text{Su. d. Temp.}}{\text{Su. d. Tg.}}$. Dabei ist unter Su. d. Temp. die Summe der Temperaturtagesmittel zu verstehen, die man aus dreimaliger Messung am Tage (hier morgens 8 Uhr, mittags 2 Uhr und abends 10 Uhr) gewinnen kann.

Als konstante Werte für die Temperaturabhängigkeit der Ausgangspopulation ergab der Versuch 1930 folgende durchschnittliche Reizintensität während dreier Monate (April, Mai, Juni). Die vorbereitende Erweckungswärme hat als Einwirkungsminimum eine durchschnittliche Reizintensität von +11° C notwendig, um eine genügende Erwärmung des Bodens im Zeitraum von mindestens einer Woche und damit das Erscheinen der Ausgangspopulation zu veranlassen; mit anderen Worten: die vorbereitende Erweckungswärme beträgt +11° C. Liegt die durchschnittliche Reizintensität unter +11° C, so erscheint der Käfer nicht in dieser Zeit, die Bodenerwärmung geht eben langsamer vonstatten. Das Reizoptimum, das im Mai als Durchschnittswert für den häufigsten täglichen Käferzugang ermittelt wurde, betrug +14—15° C, optimale Luftfeuchtigkeitsbedingungen dabei vorausgesetzt. Als Einwirkungsmaximum während der drei Monate Mai, Juni, Juli ergab sich trotz der im Juli oft recht hohen täglichen mittleren Temperaturen (z. B. 24,1° C) der nahe am Reizoptimum liegende Wert +16,2° C.

Für den unmittelbaren Austrittsreiz ergab die Berechnung des Durchschnittswertes als Minimum 9—10° C. War am Tage zuvor die mittlere Tagestemperatur nicht höher als das errechnete Minimum, so war am folgenden Tage der erstmalige Zugang sehr schwach; hielt sich die Temperatur unter 10° C, so hörte der Zugang ganz oder fast ganz auf. Ein starker Zugang war immerhin zu erwarten, wenn die durchschnittliche (mittlere) Tagestemperatur über 13—14° C lag. Eine besondere Rolle scheint bei dieser täglichen Beeinflussung des Käferzugangs offenbar die relative Luftfeuchtigkeit zu spielen. Deduktiv ergab sich aus dem Kurvenbild, daß ihre optimale Zone zwischen 150 und 220 „Einheiten“ liegt. Fällt die Luftfeuchtigkeitskurve sehr stark oder steigt sie bei niedriger Temperatur sehr hoch, so kann unter Umständen eine Reduktion des täglichen Zugangs nachgewiesen werden. Zusammenfassend jedoch kann gesagt werden, daß beim Erscheinen der Käfer im Frühjahr die Temperatur eine ausschlaggebende und die Luftfeuchtigkeit eine mehr oder weniger untergeordnete Bedeutung hat.

War bei der Definition des unmittelbaren Austrittsreizes (Reizeffekt) gesagt worden, daß die Käfer nach ihrem Erscheinen nicht mehr (durch Verkriechen) auf Witterungswechsel reagieren, und nur ihre Aktivität entscheidend davon beeinflußt zu werden scheint, so kann das nicht besser unterstrichen werden als durch das Ergebnis der Junibeobachtungen und ihrer kurvenbildlichen Skizzierung in Abb. 2. In diesem Monat flaute der Käferfraß in allen beobachteten Kulturen merklich ab, woraus hervorgeht, daß der tägliche Zugang nachgelassen bezw. aufgehört hat, und der Klobenbefall hauptsächlich solche Tiere aufzuweisen hatte, die schon länger in der Kultur sich aufgehalten haben. Bekanntlich nimmt der Käfer die harzenden Kloben nicht nur „auch", sondern „lieber" an. So kommt ein Teil der im Bestand verweilenden Käfer an die Kloben, der andere wandert mit dem Nachlassen des Fraßschadens in den Kulturen ab.

Da, wie wir festgestellt haben, zu Beginn des Juni, also um die Zeit, wo die Kiefernzapfen grün und vollharzig waren, die Gipfelregion der Altholzbestände Käferfraß zeigte, während dort vorher keiner zu bemerken war, liegt der Gedanke nahe, daß die Käfer im Laufe der heißen Zeit aus den trockenwerdenden Kulturen auswandern und für den Rest der Fraßperiode in den Hochwald gehen. Jedenfalls reagieren die bereits aus der Erde gekommenen Käfer nicht mehr in dem Maße auf die Kombinationswirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, daß es aus dem Kurvenbild noch ersichtlich wäre; vielmehr scheint ihre für den unmittelbaren Austrittsreiz in hohem Grade entscheidende Wirkung lediglich für die Zeit des Bodendurchbruchs beim erstmaligen Erscheinen des Käfers eine direkte Bedeutung zu haben.

Es wird Aufgabe von oft und allerwärts zu wiederholenden Kontrollversuchen sein, dieses genaue Abhängigkeitsverhältnis in jedem Habitat festzustellen.

Der Einfluß der Temperatur auf die Aktivität ist bei *Hylobius* wie bei den meisten Insekten offensichtlich. Alle zu dem Begriff der Aktivität gehörenden Vorgänge (z. B. Nahrungsaufnahme, Kopula, Eianlage) haben bei ihm ihre besonders optimale Tagesschicht, z. B. die Nahrungsaufnahme den in bezug auf Insolation und Außentemperatur abklingenden, in bezug auf die Luftfeuchtigkeit aber im großen ganzen ausgeglichenen Spätnachmittag. So habe ich während der ganzen Beobachtungssaison erst nach 5 Uhr nachmittags fressende und kopulierende Individuen in den stark besetzten Kleinversuchsfeldern gefunden, deren Tätigkeit sich gegen Sonnenuntergang steigerte, während z. B. zwischen 12 und 2 Uhr mittags also zur Zeit der größten Hitze, nicht ein einziges Mal Käfer außerhalb ihres Versteckes angetroffen wurden. Auch des Morgens um die kühlsten Stunden des Tages und zwar noch vor Sonnenaufgang, waren regelmäßig fressende Käfer zu finden, kopulierende und eierlegende aber habe ich in dieser Zeit nie angetroffen. Die Aktivität war um diese Zeit offensichtlich geringer als am Abend, die Käfer waren unbeweglicher, wobei vielleicht

die Taunässe des Bodens und der Pflanzen mitgespielt haben mag, sicher aber der Umstand, daß an diesen Tagen die Luftfeuchtigkeit in den Morgenstunden doppelt so groß als in den Spätnachmittagsstunden gewesen ist. Die Aktivität des Käfers ist daher gegen Abend am größten anzunehmen, und diese Beobachtung wurde auch durch die Fütterungsversuche im Laboratorium bestätigt. Auch die psychische Reaktionsintensität des einzelnen Individuums schwankt zu verschiedenen Tagesstunden sehr. Während die Käfer frühmorgens an Pflanzen und Fangknüppeln festgehakt saßen und ohne Mühe mit der Hand abgenommen werden konnten, zeigten sie sich des Nachmittags zu ihrer beweglichsten Stunde äußerst empfindlich gegen alle Störungen von außen, ließen sich z. B. sofort fallen, wenn man mit dem Wind kam oder wenn der Käfer durch den menschlichen Schatten, Fußtritte u. dgl. gestört worden war. Kam man gegen den Wind und verhielt sich ruhig, dann ließen sich die Käfer erst fallen, wenn man gegen die Pflanzen stieß oder sie anfassen wollte. Dieser Versuch konnte beliebig wiederholt werden. Aus dieser Beobachtung ergibt sich übrigens, daß die günstigste Tageszeit zum Einsammeln der Käfer die Zeit um Sonnenaufgang ist.

Wenn man unter diesen Umständen bedenkt, daß der tägliche Zugang im Juni zu den Fangkloben nicht mehr „nur“ frisch aus der Erde erscheinende Käfer sind, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Beeinflussung der Käferkurve durch Luftfeuchtigkeit und Temperatur dann nicht mehr die Folge des einwirkenden Reizeffektes sein kann wie zur Zeit der ersten Bodenerwärmung, und daß infolgedessen der Abhängigkeitsnachweis von diesen beiden Hauptfaktoren kurvenbildlich in dem von uns verwandten Schema nicht mehr darstellbar ist. Vielmehr wird bei den erschienenen Käfern die tägliche Aktivität von diesen beiden Hauptfaktoren beherrscht werden, neben der mitwirkenden Faktorengruppe aus Luftbewegung, atmosphärischem Druck und vor allem der verdunstenden Kraft der Luft. Dagegen haben die beiden Kurven ihre Bedeutung als Abhängigkeitsindikator, den sie bei der Ausgangspopulation hatten, alsdann verloren. Hat nämlich die Temperaturkurve eine gewisse Höhenlage erreicht, die es unwahrscheinlich sein läßt, daß sie jäh (und für längere Zeit) unter das Reizminimum des unmittelbaren Austrittsreizes herabsinkt, dann läßt sich überhaupt kein direktes Abhängigkeitsverhältnis der Käferkurve von ihr mehr feststellen. Weiterhin kann man sagen, daß der tägliche Lebendigkeitsgrad nicht nur von den dominierenden Faktoren „Tagestemperatur“ und „Feuchtigkeitsgehalt der Luft“ bestimmt wird, sondern auch von einer gewissen optimalen Vereinigung der Einflüsse des umgebenden Standortes. So fraß z. B. der Käfer nach Beobachtung am 5. Juni 1930 zur selben Zeit an schattigen, frisch-kühlen Stellen am Waldrand, während er noch auf der gesamten Freifläche der Kultur sich verborgen hielt.

Darüber hinaus aber wechselt die Fraßtätigkeit in den einzelnen Habitaten (das sind diejenigen Zonen und Inseln kleinsten Formats, in denen ein vom Standortsklima abweichendes Mikroklima vorhanden ist). Diese Veränderung im Charakter eines kleinsten Raumes kann von den verschiedensten Bedingungen abhängig sein (Flora, Untergrund und Aufbau des Bodens, Lage usw.). An den in den Versuchsflächen nachgewiesenen „Fraßzonen" ergab die Untersuchung der Gründe stets die temperaturverändernde Abhängigkeit dieses kleinsten Raumes von einem der obengenannten — im Gegensatz zu der sonstigen Verfassung des Standortes — dominierenden Faktorenkomplexe. Allgemein kann daher gesagt werden, daß eine Kultur nur dann gleichmäßig von *Hylobius* befressen wird (zur selben Zeit), wenn auf größtem Raume eine vollkommene ökologische Gleichwertigkeit vorhanden ist, und die harmonische Übereinstimmung aller zusammenwirkenden Teile des Bodenaufbaues gewahrt bleibt.

Endlich fraß der Käfer im Frühjahr zu Beginn des Fraßschadens in der Kultur mit Vorliebe an Pflanzen, die an wenig verunkrauteten, der verhältnismäßig spärlich vorhandenen Wärme recht zugänglichen Blößen standen, während er die stets nassen, mit dichtem Gras und Kraut bewachsenen, kälteren Partien des angrenzenden Teiles mied. Im Verlauf der letzten Maiwochen änderte er dieses Verhalten insofern, als er im Verlauf der zunehmenden Sonnenwärme die der Austrocknung preisgegebenen Zonen seines früheren Aufenthaltes mit jenen vergrasten, schattigkühlen Teilen tauschte, die er zuvor vollständig gemieden hatte. Beobachtung am 31. Mai 1930 und 8. Juni 1930.)

In den meisten Fällen scheint jedoch die Fraßzonenbildung von den Feuchtigkeitsverhältnissen des Oberbodens abhängig zu sein, jener Bodenschicht, die einschließlich der Humusdecke bis zu 15 cm Tiefe geht und dem Einfluß der täglichen Außentemperatur direkt unterliegt (nach Messung dringt die Temperatur im Verlauf von etwa 2 Stunden bis zu 15 cm Tiefe ein und erwärmt die Bodenschicht in dieser Tiefe bis ca. 1° C unter der Eigenhöhe, die sie außen hat). Aus diesem Grunde war es z. B. erst nicht zu erklären, weshalb der Käfer in dem einen Habitat sofort die Fraßtätigkeit aufnahm und seßhaft blieb, während er trotz wiederholter Aussetzung in einem unmittelbar danebenliegenden Kulturraum sich nicht halten wollte und über Nacht abwanderte. Ein Unterschied im Boden selbst war äußerlich nicht zu entdecken, erst die Nachprüfungen durch Feuchtigkeitsbestimmung und Bohrung klärten den Zusammenhang auf. Danach betrug die Feuchtigkeit in der beschädigten „Fraßzone" (berechnet auf Trockensubstanz) 10,3% weniger als in dem gemiedenen Habitat, weiterhin ergab die Bohrung, daß der G-Horizont (Grundwasserspiegel) hier schon bei 50 cm lag, während er in der Fraßzone gar nicht mit den vorhandenen Mitteln erbohrt werden konnte. Als Grund hierfür förderte die Schlämmanalyse die äußerlich nicht erkennbare Tatsache ans Licht, daß im Grundwasserboden bei sonst annähernd gleicher Beschaffenheit des

Bodens die Fraktion $> 2\ \mu$ zu 10 % stärker vertreten war, als in der Fraßzone. Damit wird gesagt, daß der Anteil an wasserundurchlässigem Ton hier ungleich höher ist als dort.

Für die Gesamtzusammensetzung der beiden Böden ergab die Schlämmanalyse folgende Verteilung der Fraktionen:

Maße für die Fraktionen	Boden I	Boden II (Fraßzone)
2—0,5 mm	4,78 %	5,16 %
0,5—0,02 mm . . .	54,87 „	46,37 „
0,02—0,005 mm . .	17,17 „	15,38 „
0,005—0,002 mm . .	4,96 „	5,02 „
	18,30 „	28,07 „

Daß eine derartige Verschiedenheit zweier Habitate auf ein und demselben Standort eine grundlegende Veränderung des Mikroklimas zur Folge haben muß, ist ganz klar, und die Reaktion des Käfers auf diese Verschiedenheit ist weniger eine Folge der Feuchtigkeitsdifferenz beider Böden, als der durch die Faktorenkombination aller mitbestimmenden Faktoren (hoher Grundwasserspiegel, wasserspeichernder, undurchlässiger Tonhorizont, schlechtere Kapillarität) hervorgerufenen Temperaturdifferenz.

Daraus folgt, daß für das Leben des *Hylobius* und besonders für seine „Fraßzonen"bildung auf variablen Böden in erster Linie das Mikroklima ausschlaggebend ist, das von der allgemeinen meteorologischen Wetterlage nur sehr wenig direkt bestimmt wird, während diese das Standortsklima jederzeit unmittelbar korrigiert.

D. Zusammenfassung.

I.

Die bisherigen Erfahrungen über die Fraßtätigkeit und den Schädlichkeitsgrad von *Hylobius abietis* L. an Pflanzen verschiedenen Alters und verschiedener Verfassung wurden kritisch nachgeprüft und ergänzt.

Die Untersuchungen über den Fraßschaden an den verschiedenen Altersstufen von *Pinus silvestris* L. und über die Bevorzugung von Saat- und Steckpflanzen hatten folgende Ergebnisse:

1. Es wurde im Freiland Käferfraß an den grünen Frühjahrstrieben von mannshohen Dickungen beobachtet. Fütterungsversuche im Laboratorium bewiesen jedoch, daß an diesen Trieben nur ungern gefressen wird. Es liegt der Gedanke nahe, daß der Käfer während der heißen Zeit an die Triebe geht, um seinen Durst zu stillen.
2. Beobachtung der Fraßtätigkeit am Kambium verschiedener Altersstufen zeigte nach den Fütterungsergebnissen im Laboratorium an erster Stelle eine Bevorzugung des Altholzes, an zweiter Stelle kam

Fraßbetätigung an 3jährigen Saat- und Pflanzkiefern, an dritter die an 15jährigen Zweigstücken und zuletzt die an 5jährigen Saat- und Pflanzkiefern.

3. Die Fraßtätigkeit des Käfers im Freiland an Saat- und Pflanzmaterial erstreckte sich bei unseren Untersuchungen ausschließlich auf Saatpflanzen, im Gegensatz zu der bisher bestehenden Anschauung, daß *Hylobius* in jedem Falle die Pflanzen der Saat vorziehe. Während der Fraßperiode im Frühjahr wurden in dem Versuchsfeld an 160 Saatpflanzen 369 Fraßplätze gefunden, an neugepflanzten, gleichaltrigen Pflanzen dagegen nur vier. Der Kontrollversuch hatte ein entsprechendes Ergebnis.
4. Ein Großversuch, bei dem nebeneinander vorjährige und diesjährige drei Jahre alte Kiefern verwandt waren, führte zu der Feststellung, daß *Hylobius abietis* die vorjährigen, bereits bodenständigen Kiefern den diesjährigen Pflanzen vorzieht. Von 300 im Vorjahre eingebrachten Pflanzen waren 179 erheblich, von den diesjährigen dagegen nur sechs befressen.
5. Verunkrautete, schattige Stellen zogen während der heißen Zeit die Käfer an; auch wurden bemooste Flächen, deren Bodenoberschicht durch den Moosbelag vor Verhärtung und Austrocknung geschützt war, als Aufenthaltsort bevorzugt.
6. Der Herbstfraß des Käfers ist im allgemeinen schwächer als die Fraßbetätigung im Frühjahr. In den Versuchsfeldern wurden aber auch diesmal die Saatpflanzen den diesjährigen Steckpflanzen vorgezogen. Die Hauptmonate des Fraßschadens im Frühjahr sind Mai und Juni, der Herbstfraß fällt in die Monate August und September.
7. Die Freßlust des Käfers wird von der Rindenbeschaffenheit der Pflanzen weitgehend beeinflußt.

II.

Untersuchungen über die Abhängigkeit der Ausgangspopulation und der täglichen Aktivität des Rüsselkäfers von klimatischen Einflüssen und die Abhängigkeit des Fraßschadens von ökologischen Faktoren führten zu folgenden Ergebnissen:

8. Die Austrittsreife der Ausgangspopulation ist abhängig vom Vorhandensein einer stetig wirkenden Wärmesumme, der „vorbereitenden Erweckungswärme“, welche eine gewisse Zeit auf den im Boden befindlichen Käfer einwirken muß.
9. Das Erscheinen des Käfers wird veranlaßt durch die einmalige Reizwirkung einer den austrittsreifen Käfer treffenden Temperatur. Ihre Einwirkung nenne ich den „unmittelbaren Austrittsreiz“. Bei stetiger Witterung können vorbereitende Erweckungs-

wärme und unmittelbarer Austrittsreiz zusammenfallen. Ihre verschiedenartige Wirkung ergibt sich daraus, daß beim Fehlen der ersteren der Käfer nicht austrittsreif wird, beim Fehlen der zweiten aber der an sich austrittsreife Käfer nicht erscheint. Dagegen kann auf Temperatursturz der bereits ausgetretene Käfer nicht mehr durch Verkriechen reagieren. Der unmittelbare Austrittsreiz reguliert daher den täglichen Zugang (Reizeffekt).

Die vorbereitende Erweckungswärme ist der Quotient aus Reizmenge und Reizdauer. Ihre Wirkung drückt sich aus in einer durchschnittlichen Reizintensität, deren Minimum bei unseren Beobachtungen an *Hylobius abietis* + 11 ° C betrug. Als Minimum des unmittelbaren Austrittsreizes dagegen ergab das Beobachtungsmaterial + 9—10 ° C, als Optimum des Reizeffektes + 13—14 ° C durchschnittlicher mittlerer Tagestemperatur.

10. Der tägliche Käferzugang kann in seiner Abhängigkeit vom Verlauf der meteorologischen Wärmekurve wesentlich beeinflußt werden, wenn die Luftfeuchtigkeitskurve aus ihrer optimalen Einflußzone herausgeraten ist. Im vorliegenden Fall lag deren mutmaßliche Grenze zwischen 150 und 230 Einheiten, dargestellt in Tagessummen. Unter- und überoptimale Luftfeuchtigkeitsbedingungen können ein Absinken der täglichen Zugangskurven zur Folge haben.

Diese klimatischen Einflüsse beziehen sich aber nur auf den Bodendurchbruch der zum erstenmal ins Freie gelangenden Käfer.

11. Die Aktivität des Rüsselkäfers ist ebenfalls von Witterungseinflüssen abhängig. Nahrungsaufnahme, Kopula, Eiablage fallen jeweils in eine optimale Tagesschicht; die Fraßtätigkeit z. B. hat ihren Höhepunkt am Spätnachmittag.

12. Die Aktivität des Rüsselkäfers ist darüber hinaus auch von einer gewissen optimalen Vereinigung der Einflüsse des umgebenden Standortes abhängig. Besonders die Fraßtätigkeit, bezw. der Schädlichkeitsgrad kann bei Veränderungen im Charakter eines kleinsten Raumes wechseln. Verändernde Faktoren sind nach unseren bodenkundlichen und mikroklimatischen Untersuchungen: Abweichungen in Aufbau, Schichtenfolge, Grundwasserhöhe, Wasserdurchlässigkeit, Krümelstruktur, Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, Lage und Flora des Habitats, allgemein also das Mikroklima. Der Wechsel standörtlicher und mikroklimatischer Verhältnisse führt zur Bildung von zeitlich und räumlich verschiedenen Nahrungsräumen („Fraßzonen“).

13. Nach dem vorliegenden Material wird das Mikroklima eines Nahrungsraumes weniger als das Standortklima von der meteorologischen Wetterlage beeinflußt.

Literatur.

Altum, Altes und Neues über die Lebensweise und Vertilgung des großen braunen Rüsselkäfers. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen S. 333, 1887.

Blunck, H., Die Entwicklung der *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. II. Zeitschr. wiss. Zool. 121, S. 173, 1923.

Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentrlbl. 48, Heft 12, 1928.

— — Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Zeitschr. angew. Entom. Bd. 16, Heft 3, S. 433ff., 1930.

Brammanis, Die Bedeutung der Kiefernstubben auf den Kahlschlägen für die Entwicklung des Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L. Folia zoologica et hydrobiologica. Riga 1930.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. angew. Entom. Bd. XIV, S. 254—272, 1928.

Butovitsch, V., Beiträge zur Bekämpfung und Biologie des großen braunen Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L. „Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft". Herausgegeben vom Preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. 1931.

Dingler, M., „Rüsselkäferstudien". Zeitschr. angew. Entom. Bd. XI, 1925.

— — „Rüsselkäferstudien". II. Neue Beiträge zur Generation des *Hylobius abietis* L. Daselbst 1927.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I, S. 173. Berlin, Verlag Paul Parey, 1914.

— — Bd. II, S. 344ff. Berlin, Verlag Paul Parey, 1923.

— — Das neue Gesicht der Forstentomologie. Forstw. Zentrlbl. 1930.

Friederichs, K., Die Bedeutung des Biocönosen für den Pflanzenschutz gegen Tiere. Zeitschr. angew. Entom. 1927.

— — Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. Naturw. V, 15, 153 und 182.

Heß-Beck, „Forstschutz" V. Auflage, Erster Band (Bearbeitung von Dingler), S. 247 bis 265. Neudamm 1927.

Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage der vergleichenden Biologie. Berlin 1927.

Kellner, Über *Hylobius pinastri.* Protokoll der 15. Vers. Thür. Forstw. S. 17, 1875.

Klopfer, Jahrbuch schlesischer Forstverein. S. 43, 1880.

König, Die Waldpflege aus Natur und Erfahrung neu gefaßt. Der Forstbehandlung II. Teil S. 106. Gotha 1875.

Martini, E., Über die Kettenlinie und die Exponentialkurve überhaupt. Zeitschr. angew. Entom. XIV, S. 273—284, 1928.

Menzel, Die natürliche Verjüngung der Nadelhölzer in Thüringen. Allg. Forst- u. Jagdzeitung S. 88, 1912.

Ratzeburg, *Curculio pini* als Verwüster der Kieferkeimlinge. Pfeils Kr. Bl. XXXII, 2, S. 140—143, 1858.

Uvarov, B. P., Weather und Climate in their Relation to insekts. Conference of Empire meteorologists, 1929. Agr. Sect. London 1929. Deutsche Übersetzung: Wetter und Klima in ihren Beziehungen zu den Insekten. In: Zeitschr. angew. Entom. Bd. XVII, 1930.

Beiträge zur Kenntnis der Biologie von Agriotes lineatus L. und Agriotes obscurus L.

Von

Dr. **R. Langenbuch.**

(Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel, jetzt Zweigstelle Aschersleben.)

(Mit 12 Abbildungen.)

Eine der schwierigsten Aufgaben der Schädlingsbekämpfung ist fraglos die Vernichtung im Boden lebender Schadinsekten. Einmal ist bei der verborgenen Lebensweise ihre Biologie schwer zu klären; sodann stellt die Ackerkrume ein hinsichtlich seiner physikalischen Struktur und seiner chemisch-biologischen Eigenschaften wenig einheitliches Substrat dar, welches überdies allen Versuchen, den Schädlingen mit festen, flüssigen oder gasförmigen Giften beizukommen, noch immer fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellt, jedenfalls soweit es sich dabei um Konzentrationen handelt, welche das Pflanzenwachstum nicht gefährden und innerhalb wirtschaftlicher Grenzen liegen.

Eine bedeutsame Rolle unter den Bodenschädlingen aller Kulturländer spielen die Larven einiger Schnellkäferarten, die „Drahtwürmer", sowohl wegen ihrer allgemeinen Verbreitung als auch wegen der Schwere der durch sie verursachten Schäden und der großen Anzahl der ihnen zur Nahrung dienenden Pflanzengattungen. In allen Ländern, in denen diese Schädiger fast aller Kultur- und vieler Wildpflanzen durchweg schwere Verheerungen anrichten, vor allem in Amerika, ist mit allem Nachdruck an der Auffindung geeigneter Bekämpfungsmaßnahmen gearbeitet worden; trotzdem verfügen wir auch heute noch nicht über ein sicher wirkendes Mittel, dessen Anwendung für eine Bekämpfung im Großen in Betracht käme. Zahlreichen Meldungen über günstige Ergebnisse mit diesem oder jenem Giftstoff oder Düngemittel stehen viele Fälle gegenüber, in denen dasselbe Mittel eindeutig versagte. Dieser unterschiedliche Ausfall der Ergebnisse ließ vermuten, daß nicht das Bekämpfungsmittel allein für den Erfolg maßgeblich ist, daß vielmehr bisher außer acht gelassene Begleitfaktoren dabei eine bedeutsame Rolle spielen.

Der vorliegenden Arbeit liegt die Aufgabe zugrunde, an Hand von Freilandstudien und Beobachtungen an im Laboratorium gezüchtetem oder vom Felde eingetragenem Material die noch sehr lückenhafte Kenntnis der Elateriden-Biologie nach Möglichkeit zu erweitern, vor allem mit Hilfe experimentell-physiologischer Untersuchungen die Ansprüche aller Stadien an ihre Umgebung zu ermitteln, um daraus einen Einblick in die Art dieser die Bekämpfung unterstützenden oder beeinträchtigenden Begleitfaktoren zu gewinnen. Die Untersuchungen mußten aus äußeren Gründen vorzeitig abgebrochen werden. Da die Ergebnisse aber manche Lücke in der bisherigen Kenntnis über die Elateridenbiologie ausfüllen dürften, habe ich mich zu ihrer Veröffentlichung entschlossen.

Herrn Regierungsrat Professor Dr. Blunck, dem Leiter der Kieler Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, und Herrn Regierungsrat Dr. Bremer, dem Leiter der Zweigstelle Aschersleben, bin ich für viele wertvolle Ratschläge zu Dank verpflichtet.

Material.

Von den verschiedenen im Larvenstadium als Feldschädling in Betracht kommenden Elateriden konnten lediglich die beiden Arten *Agriotes obscurus* L. und *A. lineatus* L. — von letzteren auch nur die Larven und Puppen — in ausreichender Menge eingetragen werden. Die Larven dieser beiden Arten, in erster Linie die von *A. obscurus*, müssen, — von einzelnen örtlichen Ausnahmen abgesehen — als die häufigsten bei uns an Getreide schädlich auftretenden Drahtwürmer angesprochen werden.

Trotz der Häufigkeit der Larven stieß das Einsammeln der für die geplanten Versuche erforderlichen Anzahl von Vollkerfen der beiden Arten auf Schwierigkeiten. Die in der Literatur angegebenen Methoden (Anködern, Abfangen von Randgebüschen und Umbelliferen usw. mit dem Fangnetz u. a.) versagten vollkommen. Lediglich systematisches Absuchen der erwiesenermaßen befallenen Äcker, in manchen Fällen auch das Auslegen mit Steinen beschwerter Papierstreifen und Säcke an schattigen Stellen lieferte ein, wenn auch nicht sehr zahlreiches, Käfermaterial und bot Gelegenheit zu Einblicken in die Biologie der Käfer. Eier konnten in künstlichen Zuchten bei Verwendung zweckmäßig eingerichteter Gefäße mühelos erzielt und zur Entwicklung gebracht werden.

I. Biologie der einzelnen Stadien.

Zuchtmethoden und Ergebnisse.

Die aus dem Freiland eingetragenen Käfer (*Agriotes obscurus*) wurden in gewöhnlichen, zu etwa $^1/_3$ ihrer Höhe mit Erde gefüllten, runden Glasschalen, sogenannten „Neubauerschalen", untergebracht. Durch vorherige Einsaat von Gerste und eine normale Bewässerung des Bodens wurden möglichst natürliche Verhältnisse geschaffen. Die Oberfläche der Erdschicht wurde festgestampft, dabei eine schmale, an der Gefäßwandung entlang laufende Zone unbefestigt gelassen; die legereifen Weibchen sollten dadurch ver-

anlaßt werden, die Eier unmittelbar an der Glaswand abzulegen. Auf diese Weise konnte die weitere Entwicklung der Eier mühelos von außen, also ohne zeitraubende und vor allem den natürlichen Verlauf störende Untersuchungen der Erde beobachtet werden. Die Gefäße wurden mit einem übergreifenden Glasdeckel verschlossen und unter Freilassung des Glasdeckels mit einem Zylinder aus schwarzem Papier umgeben.

Um die Gesamtzahl der Eier eines einzelnen Weibchens mit Sicherheit ermitteln zu können, wurde die für die Ablage bestimmte Erde auf ein Minimum verringert, da andernfalls bei der Kleinheit der Eier deren restlose Auffindung sehr erschwert ist. Zu diesem Zwecke wurde der Boden einer gewöhnlichen, mit einem Glasdeckel verschließbaren Petrischale mit einer genau passenden und zur Vermeidung einer Wasseraufnahme mit Paraffin durchtränkten Scheibe aus $^1/_2$ cm starker Pappe ausgelegt, aus deren Mitte ein Quadrat von 2 cm Seitenlänge herausgeschnitten war. Der so entstandene, unten vom gläsernen Gefäßboden verschlossene Hohlraum wurde mit lockerer Erde gefüllt und diese mit einem genau in den Ausschnitt hineinpassenden Stück lackierter Fliegengaze bedeckt (Abb. 1). Gefäß, Erde und Gaze wurden über Wasserdampf, die Pappscheibe durch Eintauchen in Alkohol sterilisiert. Durch diese Maßnahme kann bei der unvermeidlichen Neuinfektion durch die Käfer und das Futter eine Schimmelbildung zwar nicht vermieden, wohl aber vermindert werden. Auch wird durch die Desinfektion eine Gefährdung der Zucht durch die in der kleinen Bodenmenge etwa sich aufhaltenden tierischen Störenfriede ausgeschaltet. Bei der geringen Höhe der Erdschicht legen die Weibchen durch das Gazegitter hindurch auf den Glasboden des Gefäßes die Eier ab, wo diese dann selbst mikroskopischen Untersuchungen zugänglich sind. Wird die Pappscheibe so groß bemessen, daß sie nur mit gelindem Druck in die gewünschte Lage gebracht werden kann, ist das ganze Gefäß ohne Schaden bei der Untersuchung in jeder beliebigen Lage zu halten. Ein mit Wasser gefülltes, mit einem hervorstehenden Filtrierpapierstopfen verschlossenes Glasröhrchen sorgte für eine feuchtigkeitsgesättigte Atmosphäre.

Abb. 1. Erklärungen im Text.

Für die Haltung der Larven dienten aus gebranntem Ton hergestellte, 20 cm tiefe Töpfe, welche im Freien soweit in den Boden versenkt wurden, daß die Oberfläche der Topferde mit der Oberfläche der Umgebung gleichstand. Eine darüber gelegte Glasscheibe verhinderte ein Entweichen der Larven und das Eindringen tierischer Feinde, ebenso von Regen. Durch die poröse Topfwandung gelangte genügend Feuchtigkeit in das Innere.

Imago.

Die Literaturangaben über die natürliche Nahrung der Käfer der beiden uns hier interessierenden Arten sind sehr spärlich, und diese wenigen weichen auch noch voneinander ab. Wassiljew (nach Roberts) vermutet, daß *A. lineatus* sich in der Hauptsache von dem Nektar der Blüten nährt. Adrianow (nach Roberts) fand die Käfer in großer Zahl an Gerste- und Weizenpflanzen und hält den Pollen der Gerste für ihre bevorzugte Nahrung. Zolk (1924) fing auf einem Haferfelde 800 Käfer, macht aber keine Angaben über die Ernährung. In seinen Zuchten bevorzugten die Käfer Kartoffelscheiben vor Haferblättern, aber nur solange erstere nicht eingetrocknet waren. Roberts (1919—1922) sowohl wie Horst (1922), die sich vornehmlich mit *A. obscurus* beschäftigten, haben hinsichtlich der Nahrung der Käfer keine Beobachtungen machen können. Horst hat die beiden Arten *A. obscurus* und *A. lineatus* vereinzelt auf Wiesen an Blüten und an den Spitzen junger Weiden beobachtet, Spuren ihres Fraßes aber nicht auffinden können.

Ich fand die Käfer von *A. obscurus* niemals an Blüten, Büschen oder den oberen Halmteilen von Getreide usw., sondern ausnahmslos auf dem

Boden und auch hier nur selten frei herumlaufend; in der Regel saßen sie einzeln oder zu zweien, seltener zu mehreren versteckt unter Steinen und Erdschollen oder in den Gängen von Regenwürmern, sowohl bei bedecktem Himmel wie an warmen Sonnentagen. Die Imago von *A. obscurus* lebt danach vorwiegend am Boden, im Gegensatz zu anderen Elateriden, wie *Athous niger*, den man häufig fliegend oder auf Blüten und Büschen sitzend findet. Während die Käfer dieser Art an den Füßen Haftscheiben besitzen, welche ihnen den Aufenthalt auf Blüten, Blättern, glatten Zweigen usw. — in der Gefangenschaft an den senkrechten Wänden der Glasbehälter — ermöglichen, weisen die Füße der beiden *Agriotes*-Arten keine derartigen Organe auf. Die sehr lebhaften *Athous*-Käfer versuchen häufig — besonders bei Sonnenschein — fliegend zu entkommen. Dagegen wurde in keinem Falle beobachtet, daß einer der gefangenen, sehr viel trägeren *Agriotes*-Käfer von seinen Flügeln Gebrauch gemacht hätte. Diese suchen sich vielmehr dadurch, daß sie sich unter Steinen, Erdschollen und anderem verbergen, der Verfolgung zu entziehen.

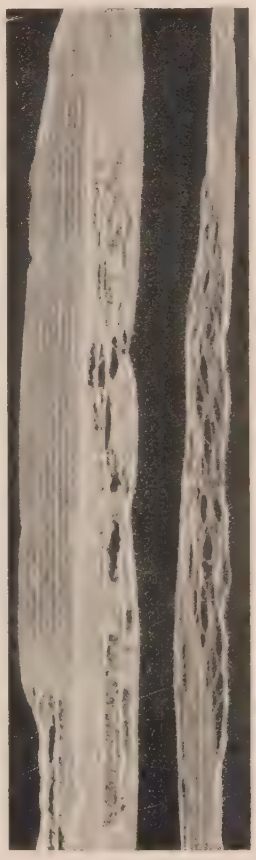


Abb. 2. Durch die Käfer von *Agriotes obscurus* befressene Gerstenblätter. Links unten das natürliche Fraßbild: die übrigen beschädigten Partien sind ausgebreitet. Vergr. etwa 2 fach. Näheres im Text.

Gelegentlich der Suche nach Käfern fand ich zuweilen an jungen Blättern von Gerste ein eigentümliches Fraßbild (Abb. 2). Die Blätter bestanden an der Spitze, zuweilen auch in ihrer ganzen Ausdehnung, nur noch aus den zu einem Strang vereinigten Gefäßbündeln, das saftreiche Blattgewebe schien nicht herausgefressen — eigentliche Fraßspuren waren nicht vorhanden —, sondern herausgequetscht zu sein. Meist war an einer Pflanze nur ein einzelnes Blatt in dieser Weise verunstaltet. Da nicht selten in unmittelbarer Nähe derartiger Blattbeschädigungen *obscurus*-Käfer unter Steinen und Erdschollen gefunden wurden, vermutete ich in diesen die Urheber. Als in die Zuchtgefäße mit etwa fingerhohen Gerstepflanzen Käfer eingesetzt wurden, zeigte sich dann auch hier in Kürze das geschilderte Fraßbild. Wie die genaue Beobachtung ergab, ergreifen die Käfer einen Teil des Blattes von der Seite her mit den Mandibeln, pressen ihn zusammen und öffnen die Mandibeln erst wieder, wenn sie den heraustretenden flüssigen Inhalt aufgenommen haben, was oft einen längeren Zeitraum in Anspruch nimmt. Alsdann wird die angrenzende Blattpartie ebenso behandelt; da die Käfer dabei, meist rückwärts kriechend, immer weiter rücken, dehnen sich die Beschädigungen als zusammenhängende

Zone häufig über einen größeren Teil, seltener die ganze Länge des Blattes aus. Die Blätter von Gerste werden denen anderer Getreidearten vorgezogen, bei Fehlen sonstiger Nahrung auch Grashalme und Kartoffelscheiben angenommen, von letzteren aber lediglich der aus der Schnittfläche hervortretende Saft. Die Vollkerfe besitzen ein großes Feuchtigkeitsbedürfnis. Auch bei Verabreichung frischer junger Gersteblätter wird in Filtrierpapierstopfen dargebotenes Wasser begierig aufgenommen, sobald der Wassergehalt der Erde in den Gefäßen unter einen gewissen Grad herabsinkt. Bei Feuchtigkeitsmangel wird die Eiablage unterbrochen. Das Chitin der Vollkerfe von *A. obscurus* ist im Gegensatz zu dem der Larven trotz des feinen Haarbesatzes durch Wasser leicht benetzbar; in Zuchtgefäßen mit schwerer, bindiger Erde zeigen die Käfer, besonders auf den Flügeldecken, daher bald zuerst einen grünen Algenbelag, später eine immer dicker werdende erdige Kruste, welche oft auch die Unterseite überzieht und die Bewegungen sehr behindert. Bei Verkrustung eines solchen Bodens nach vorheriger starker Bewässerung verkleben die Käfer mit diesem häufig so fest, daß sie sich aus eigener Kraft nicht wieder zu befreien vermögen. Diese Benetzbarkeit und die daraus resultierende Neigung der Käfer zur Verschmutzung und Verklebung, die auf leichterem, mehr sandigem Boden nicht ins Gewicht fällt, dürfte in erster Linie die Ursache dafür sein, daß das Vorkommen von *A. obscurus* vorwiegend an leichtere und mittlere Böden gebunden ist; denn die Eier und Larven finden auch in schweren Böden günstige Lebensbedingungen.

Nach Roberts verlassen die Käfer in Südengland etwa Mitte Mai die Winterquartiere. Zolk fand sie in Estland Ende Mai nur vereinzelt, nach Eintritt wärmeren Wetters am 2. Juni in größerer Zahl. Horst dagegen erbeutete sie in der Mark bereits von Ende März ab. Ich fand in Schleswig-Holstein die ersten Käfer in der ersten Maihälfte nur ganz vereinzelt, in der zweiten Hälfte des Monats in zunehmender Zahl unter Steinen und ähnlichen Verstecken. Nächtliche Fangversuche beim Schein einer elektrischen Lampe führten zu keinem Ergebnis. In den Zuchtgefäßen wurde die erste Kopulation am 11. Juni vormittags beobachtet, am 16. Juni die größte Zahl kopulierender Paare festgestellt. Nach Zolk begann die Paarung in Estland am 4. Juni und erreichte ihren Höhepunkt am 7. Juni. Die Ovarien von Weibchen, welche ich am 13. Juni untersuchte, enthielten noch keine entwickelten Eier, die Hoden am gleichen Tage präparierter Männchen dagegen reife Spermatozoen in großer Menge. Die gesondert untergebrachten Einzelpaare begatteten sich im Laufe einiger Tage mehrere Male, auch noch nach Beginn der Eiablage.

Ei.

Die ersten Gelege fand ich in den Zuchtgefäßen am 26. Juni rings an der Glaswand unmittelbar unter der Erdoberfläche, höchstens $^1/_2$ cm tief, in Gruppen von 4 bis 6, seltener 8 und mehr Eiern. Zolk beobachtete

die erste Ablage in Estland am 16. Juni und fand die Eier in einer Tiefe von $^1/_2$ cm einzeln oder zu 3 bis 11 Stück, während Roberts in Südengland die ersten Julitage als frühesten Termin für die Eiablage feststellte. In den Zuchtgefäßen hatten die Weibchen bei der Ablage die Oberfläche nicht verlassen — Gänge oder Höhlen waren nicht vorhanden —, sondern offenbar lediglich das Hinterleibsende in den lockeren Boden eingeführt. Dieser war schätzungsweise zu etwa 80% seiner Wasserkapazität befeuchtet, so daß auch die unmittelbar unter der Oberfläche ruhenden Eier von einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre umgeben waren, wie ein Feuchtigkeitsniederschlag an der Glaswand in unmittelbarer Nähe der Eier bewies.

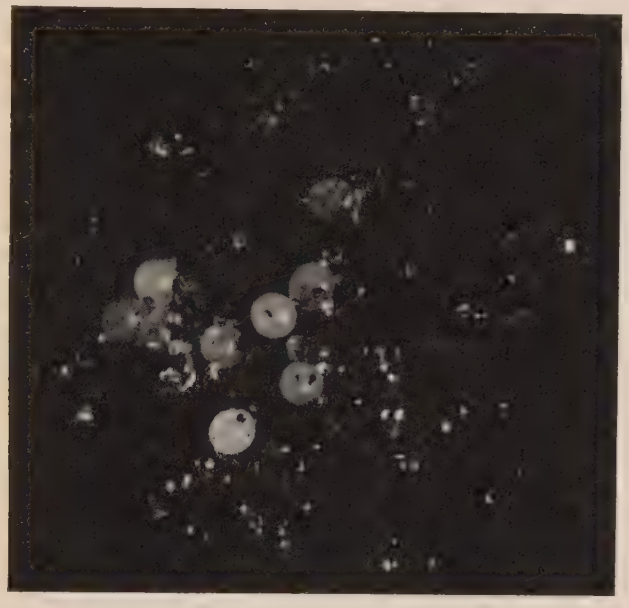


Abb. 3. Eier von *Agriotes obscurus*. Vergr. etwa 12 fach.

Bei geringerem Feuchtigkeitsgehalt der oberen Schicht dringen die Weibchen möglicherweise so tief in den Boden ein, bis sie eine Zone erreichen, die für die Eientwicklung günstige Feuchtigkeitsverhältnisse bietet. Roberts fand in seinen Zuchten nämlich die Gelege von *A. obscurus* $^1/_4$ bis 2 Zoll tief in Erdzeilen, in einem Falle 52 Eier beisammen. Adrianow (nach Roberts) gibt an, daß dicht unter der Oberfläche abgelegte Eier durch Eintrocknen zugrunde gingen (über die Ansprüche der Eier an die Feuchtigkeit ihrer Umgebung Näheres im physiologisch-experimentellen Teil).

Die glänzenden grauweißen, annähernd runden Eier (Abb. 3) liegen lose im Boden, sind also nicht mit Hilfe eines Sekretes untereinander oder mit ihrer Umgebung verkittet. Der dünne Feuchtigkeitsmantel, welcher das Ei zur Erhöhung der Gleitfähigkeit während der Passage durch die Legeröhre umgibt, trocknet nach der Ablage ein und vermag kleine Erd-

partikel festzuhalten, doch kann von einem klebrigen Sekret, wie Zolk angibt, etwa im Sinne der bei dem Mehlkäfer *Tennebrio molitor* beobachteten Verhältnisse, kaum die Rede sein. Die Eier dieses Käfers sind mit einem dichten Mantel des jeweiligen Substrates umgeben und haften der Unterlage (z. B. dem Glasboden des Zuchtgefäßes) so fest an, daß sie häufig nicht ohne Beschädigung der Eihülle davon gelöst werden können. Die Eier von *A. obscurus* vermögen dank ihrer zähen Schale einen ziemlichen starken Druck auszuhalten und springen bei dem Versuch, sie mit einer Nadel anzustechen, leicht davon wie ein Sandkörnchen, mit dem sie im übrigen eine große Ähnlichkeit haben. Die Messung von 5 frisch abgelegten Eiern verschiedener Gelege ergab: 0,525 × 0,6 mm, 0,51 × 0,57 mm, 0,54 × 0,59 mm, 0,54 × 0,57 mm, 0,54 × 0,57 mm. Zolk gibt die Größe mit 0,58 bis 0,65 × 0,47 bis 0,52 an. Das darin und ebenso in der von Zolk gegebenen Abbildung zum Ausdruck kommende, von meinen Messungen etwas abweichende Verhältnis der Länge zur Breite ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß mit fortschreitender Entwicklung des Embryos die Eiform sich etwas ändert. Die im Verhälnis zur Größe der Vollkerfe bemerkenswerte Kleinheit der Eier dürfte der Grund dafür sein, daß es bisher nicht gelungen ist, selbst in stark befallenen Bezirken Gelege im Freien aufzufinden. Das Weibchen eines bereits vor Beginn der Eiablage gesondert untergebrachten Paares (*A. obscurus*) legte in der Zeit vom 26. bis 29. Juni 16 und vom 29. Juni bis 16. Juli weitere 103, insgesamt also 119 Eier. Bei der Untersuchung des am 21. Juli zwar noch lebenden, aber bereits stark entkräfteten Weibchens wurden im Ovar keine reifen oder unreifen Eier mehr gefunden. Während Zolk bei Durchmusterung der Ovarien in den Eischläuchen gewöhnlich 109 bis 131 Eier, also eine mit meinen Untersuchungen übereinstimmende Zahl feststellte, fand Horst annähernd 40 Eiröhren je Weibchen mit je 4 bis 5 Eianlagen bei *A. obscurus* vor.

Die bis zum 29. Juni abgelegten Eier waren am 23. Juli sämtlich geschlüpft. Die Dauer des Eistadiums beträgt also nach meinen Befunden im Höchstfalle nur etwa 25 Tage — nach Zolk 43—44 Tage —, sie dürfte aber innerhalb gewisser Grenzen von den jeweiligen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen abhängig sein.

Larve.

Die milchigweißen Junglarven besitzen, wenn das anfangs noch faltige und oft verkürzte, spitze Hinterleibsende einige Stunden nach dem Schlüpfen seine normale Gestalt angenommen hat, eine Länge von 2,2—2,5 mm (nach Zolk 1,89—2,08 mm). Zolks Angabe, daß die Junglarven sich durch eine etwas abweichende Form des letzten Segmentes und — abgesehen von der natürlich geringeren Größe — dadurch von den älteren Stadien unterscheiden, daß die bei diesen tief schwarz gefärbten beiden Flecke auf dem letzten Segment bei den Junglarven nur in Form kaum wahrnehmbarer Vertiefungen angedeutet sind, fand ich bestätigt.

Diese schwarzen Flecke erwiesen sich bei mikroskopischer Untersuchung von Schnitten als die spaltförmigen Ausmündungen mehr oder weniger kugelförmiger, von einer Chitinwandung umgebener Hohlräume. Das in seiner Stärke hinter der übrigen Körperwandung etwas zurückstehende Chitin dieser Einstülpungen besteht aus 2 verschieden starken, ungleich strukturierten Schichten: einer dem Lumen benachbarten dünnen, mit zahlreichen Härchen dicht besetzten und einer bedeutend stärkeren, aus gröberen Fasern zusammengesetzten Schicht. Die Gebilde sind nach jeder Häutung bereits in wenigen Tagen mit erdigen Bestandteilen angefüllt, welche, von den die Höhlung auskleidenden Härchen festgehalten, sehr schwer zu entfernen sind und das Schneiden mit dem Mikrotom außerordentlich erschweren (Abb. 4). An der unteren, also dem Körperinnern zugewandten Seite inserieren die Flexoren des 9. Abdominalsegmentes. Ob diese Einstülpungen lediglich besonders verstärkte Insertionspunkte für die genannten Muskeln darstellen oder darüber hinaus die Funktion von Sinnesorganen haben — in ihrem Bau zeigen sie eine weitgehende Übereinstimmung mit den Statocysten der im Brackwasser lebenden Assel *Cyathura caranita*, welche im Telson, also ebenfalls im hinteren Körperende gelagert sind, einen spaltförmigen Ausgang besitzen und den Flexoren des letzten Abdominalsegmentes als Insertionspunkte dienen —, vermochte ich nicht zu klären. Wenn auch in der Matrix im Bereiche dieser Einstülpungen zahlreiche Zellen gefunden wurden, welche nach ihrem Bau sehr wohl als Sinneszellen angesehen werden können, so gelang es doch trotz eingehender Untersuchungen an einer Reihe von Schnittserien nicht, einen zu diesen Organen führenden Nerven aufzufinden.

Abb. 4. Querschnitt durch eine mit erdigen Bestandteilen gefüllte Grube des 9. Abdominalsegmentes einer Larve von *Agriotes obscurus*. Vergr. 140 fach.

Während Roberts auf Grund seiner Befunde eine Sinnesfunktion der Gruben für wahrscheinlich hält, spricht ihnen James (1927), welcher sie ebenfalls eingehend untersucht hat, eine solche Aufgabe ab und schließt sich der Auffassung Henriksens und Schiodtes (zitiert nach James) an, welche die Einstülpungen als „muscular impressions“

ansehen. Die Angabe James', daß die Gruben rings von einem ihnen fest anliegenden Muskelgewebe umgeben sind (Abb. 3 seiner Arbeit), fand ich nicht bestätigt.

Auf meinen Schnittserien von verschieden alten Larven der beiden Arten *Agriotes obscurus* und *lineatus* inserierten lediglich an dem ventralen Teil der Wandung die Muskelstränge. In James' Abbildung, die einen Schnitt durch eine Grube wiedergibt, entspricht das Verhältnis (Lage und Stärke) von haartragendem Chitin zu umgebender Muskelschicht weitgehend der Stärke der beiden Chitinschichten und ihrer Lage zueinander auf meinen Schnitten, wobei die von James als Muskelgewebe bezeichnete Schicht der grobfaserigen, dickeren Chitinschicht entsprechen würde.

Die Junglarven nahmen bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen Nahrung auf. Diese besteht vorwiegend aus im Boden verteilter organischer Substanz, doch werden auch Kartoffelscheiben angenommen und in diesen Gänge angelegt, wenn eine andere Nahrung nicht zur Verfügung steht. Bei dem im Laboratorium am 23. Juli 1928 geschlüpften Larven wurde die erste Häutung am 17. September 1928 beobachtet und dabei eine Längenzunahme von 2,4 auf 2,85 mm festgestellt. An diesem Tage wurde das Larvenmaterial zur Überwinterung im Freien untergebracht bis auf eine versehentlich im Laboratorium zurückbleibende Larve. Diese häutete sich am 31. Oktober 1928 zum zweiten Male und erreichte damit eine Länge von 4,5 mm. Spätere Messungen ergaben am 2. Januar 1929 7 mm, am 21. Januar 1929 8 mm, am 28. Januar 1929 8 mm, am 22. März 1929 8 mm, Kopfbreite 0,6 mm. Kurz darauf ging diese Larve an einer in den Zuchten wiederholt beobachteten Krankheit zugrunde.

Die erkrankten Tiere bekommen an verschiedenen Stellen des Körpers dunkelbraune bis schwarze Flecke, hören auf zu fressen und gehen ein. Impfungen von Bouillon-Gelatine mit der Körperflüssigkeit solcher lebender Tiere ergaben Bakterienkulturen, welche aber keine Reinkulturen darstellten (lt. Untersuchung des Bakteriologischen Instituts der Universität in Kiel).

Zwei gleichalte, aber im Freien überwinterte Junglarven waren am 22. März 1929 nur 3,4 bezw. 3,6 mm lang bei einer Kopfbreite von 0,25 mm. Die übrigen Junglarven waren leider wohl infolge ungenügender Tiefe des Zuchtgefäßes in dem überaus strengen Winter 1928/29 eingegangen. Immerhin ist ersichtlich, daß das Wachstum bei höherer Temperatur und reichlicher Ernährung eine nicht unbeträchtliche Beschleunigung erfahren kann. Sind auch die Zeitpunkte für Eiablage, Häutungen und Schlüpfen der Imagines in jedem Jahre annähernd die gleichen, so besteht doch die Möglichkeit, daß die mehrjährige Entwicklungsdauer der Larven auch im Freien unter besonders günstigen Lebensbedingungen (milde Winter, geschützte Lage usw.) um ein Jahr verkürzt werden kann.

Der durch die Jahreszeiten gebotene Rhythmus in der Aktivität der Freilandlarven kommt auch bei den im Laboratorium das ganze Jahr hindurch unter annähernd gleichen Bedingungen gehaltenen Drahtwürmern, besonders den älteren Stadien, zum Ausdruck. Diese zeigen in den Monaten Dezember bis Februar eine deutlich herabgesetzte Freßlust, die erst im März/April wieder merklich zunimmt. In einer großen Gewächshaus-

anlage, deren Bestand an Salat, Tomaten u. a. in den Sommer- und Herbstmonaten 1929 zu mehr als 33% durch Drahtwürmer vernichtet worden war, erwiesen sich gelegentlich einer Besichtigung am 15. Januar 1930 junger Spinat und junge Tomatenpflanzen als praktisch befallsfrei. Nur nach längerem Suchen konnten einige wenige Drahtwürmer gefunden und auf die Art *Agriotes obscurus* (tote Käfer dieser Art lagen zahlreich am Grunde der Glaswände) bezogen werden. Der Boden reagierte hier sauer (pH 5,5). Im Frühjahr setzte dann wieder starker Fraß ein.

Im übrigen scheint eine Winterruhe bei niedriger, die Lebensfunktionen auf ein Mindestmaß herabsetzender Temperatur für das Gedeihen der Larven förderlich zu sein. Die im Laboratorium überwinterten Drahtwürmer zeigten gegenüber normal überwinterten Larven eine bedeutend erhöhte Sterblichkeit und im Frühjahr eine deutlich gesteigerte Anfälligkeit für die bereits erwähnte „Fleckenkrankheit". — Im Reitmoor (Holstein) konnten den ganzen Winter über Larven von *A. lineatus* zahlreich dicht unter der Oberfläche im Wurzelwerk des auf einer Grabenkante wuchernden Grasbestandes gefunden werden. Dem Winterquartier entnommene ältere Larven der beiden hier behandelten *Agriotes*-Arten, welche unter Vermeidung einer Austrocknung mehrere Stunden einer Temperatur von — 14° C ausgesetzt oder wochenlang bei starkem Frost in der bis auf den Grund gefrorenen Topferde eingeschlossen waren, zeigten nach Überführung in das geheizte Laboratorium keinerlei Schädigung. Junglarven dagegen scheinen gegen niedrige Temperaturen empfindlicher zu sein. In dem oben erwähnten Falle hatten von etwa 150 Junglarven nur 2 den kalten Winter 1928/29 überstanden; da die Mehrzahl der toten Larven so gut erhalten war, daß sie bei Eintritt des Frostes noch gelebt haben mußten, dürfte als Todesursache nur dieser in Betracht kommen.

Bei den gefangen gehaltenen Drahtwürmern konnte die Bevorzugung einer Getreideart vor der anderen oder von Getreide gegenüber der Kartoffel nicht beobachtet werden. Es wurde alles gefressen. Nur nach stärkerem Absinken der Bodenfeuchtigkeit sammelten sich die Larven auch bei Vorhandensein reichlichen anderen Futters in und unter halbierten Kartoffeln an (Näheres im experimentell-physiologischen Teil). Im Versuchsgarten einer Pflanzenzuchtstation (Holstein) waren im Mai 1928 die Gersteparzellen zum Teil sehr stark befallen, während die angrenzenden, zum Teil auch zwischen den Gersteparzellen liegenden Haferbeete sich durchweg als befallsfrei erwiesen. Düngung und Aussaattermin waren in beiden Fällen gleich.

Während von anderen Untersuchern (Roberts, Horst u. a.) häufig über einen in den Zuchten nicht selten zu schweren Verlusten führenden Kannibalismus geklagt wird, wurde ein solcher in meinen *Agriotes*-Zuchten auch bei starker Besetzung der Gefäße nicht beobachtet, so lange ausreichendes Futter zur Verfügung stand und vor allem für genügende Bewässerung gesorgt war. In einem Zuchtgefäß aber, in welchem sich an-

fangs 7 *Selatosomus*-Larven befanden, wurde eine Larve nach der anderen das Opfer ihrer Mitgefangenen, bis zum Schluß nur die beiden stärksten Exemplare übrig blieben, die bis zur Imago durchgezüchtet und als *Selatosomus aeneus* L. bestimmt werden konnten. Diese Larven verpuppten sich am 20. Mai 1928, die Jungkäfer schlüpften beide am 3. Juni und hatten am 12. Juni ihre (künstliche) Puppenwiege verlassen. In einem anderen Zuchtgefäß, in welchem zeitweilig Imagines von *Athous niger* untergebracht gewesen waren, wurden später zahlreiche Junglarven gefunden; diese machten bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen eifrig Jagd auf ihresgleichen. Durch die Glaswand des Gefäßes hindurch ließ sich gut beobachten, wie eine Junglarve die andere verfolgte und diese, am Hinterleibsende beginnend, anfraß, wobei sie von dem fliehenden Opfer oft eine ganze Strecke mitgeschleift wurde. Kartoffelscheiben wurden von den Larven dieser Art nicht angenommen. Auch die nahezu aus-

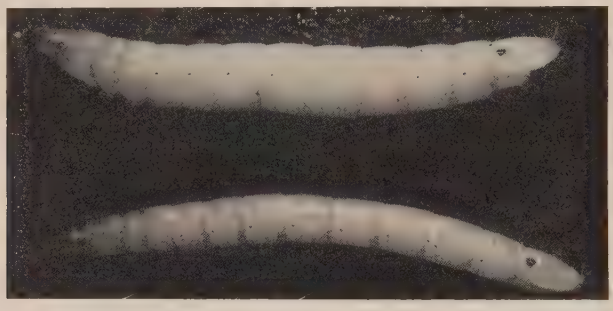


Abb. 5. Oben: verpuppungsreife Larve, unten: jüngere Larve von *Agriotes lineatus*, Vergr. etwa 3fach.

gewachsenen *Selatosomus*-Larven zogen offensichtlich animalische Kost einer pflanzlichen vor. Zu den *Selatosomus*-Larven gesetzte *Agriotes*-Larven waren regelmäßig nach wenigen Tagen gefressen.

Die von Blunck und Merkenschlager (1925) aufgedeckte Beziehung zwischen saurer Bodenreaktion und Drahtwurmbefall konnte für die Larven der *Agriotes*-Arten (*A. obscurus* und *A. lineatus*) bestätigt werden. In den Hauptbefallsgebieten wurde pH mit 4—5,2 (kolorimetrische Methode) ermittelt. Es liegen aber auch Meldungen über Drahtwurmschaden von ausgesprochen alkalischen Böden im deutschen Mittelgebirge und aus der ebenfalls alkalischen schleswig-holsteinischen Marsch vor. Einem Sonderfall konnte näher nachgegangen werden. In Friedrichsgabekoog bei Büsum in Holstein ergab laut Mitteilung von Herrn Regierungsrat Prof. Dr. Blunck, Leiter der Kieler Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, die Untersuchung auf einem seit Jahren schwer drahtwurmkranken Schlag an den stärkstverseuchten Stellen eine Reaktion von pH 8,1. Die in außerordentlichen Mengen — bis zu 63 Drahtwürmer unter einer Kohlpflanze — getroffenen Larven

gehörten im vorliegenden Falle ausnahmslos einer noch nicht näher sichergestellten Art der Gattung *Limonius* an. Die Bodenreaktion scheint danach weniger über das Auftreten von Drahtwürmern überhaupt als über Gattung und Art derselben zu entscheiden.

Bei der Fortbewegung im Boden spielen, worauf auch Flachs (1928) hingewiesen hat, die kräftigen Mandibeln eine wesentliche Rolle. Sie werden in geschlossenem Zustande fest gegen den Boden gedrückt und schieben bei der dann folgenden Öffnung mit ihren gewinkelten, verbreiterten Außenflächen die Erde beiseite. In den so entstehenden wagerechten Spalt schiebt der Drahtwurm nun seinen keilförmigen Kopf hinein, um seine Mandibeln erneut in gleicher Weise zu gebrauchen.

Die Gestalt der verpuppungsreifen Larve weicht von der in der Entwicklung noch nicht so weit vorgeschrittener Individuen durch einen im Verhältnis zur Körperlänge wesentlich größeren Umfang vornehmlich der Abdominalsegmente ab; das Verhältnis Länge : Breite beträgt bei einer annähernd ausgewachsenen *A. lineatus*-Larve etwa 1 : 0,085, bei einer dicht vor der Verpuppung stehenden etwa 1 : 0,14 (Abb. 5). Die Pleuren sind stark gedehnt und als ein breites, weißes Band an den Körperseiten sichtbar. Die Larve ist in diesem Zustande außerordentlich träge, trotzdem aber imstande, sich in die Erde einzubohren, wenn man sie auf deren Oberfläche legt.

Puppe.

Die ersten Puppen von *A. lineatus* fand ich 1928 am 2. Juli neben einer größeren Anzahl verpuppungsreifer Larven. Am 13. Juli war die Zahl der Puppen bereits ebenso groß wie die der reifen Larven, auch traten die ersten frisch geschlüpften Käfer auf. Horst stellte die ersten Puppen ebenfalls Mitte (14.) Juli, Roberts gegen Ende des Monats und Ford (1917) sogar erst am 14. August (1915) fest. Am 27. Juli hatte sich das Zahlenverhältnis weiterhin zugunsten der Puppen verschoben und die Zahl der Jungkäfer zugenommen. Die meisten Puppen lagen in einer Tiefe von 3—8 cm — so weit reichten etwa die Graswurzeln —, nur vereinzelte tiefer (bis 15 cm). Einige unbeschädigt aufgefundene Puppenwiegen ließen deutlich eine senkrechte Lage erkennen. Die Puppen ruhten in diesen ebenfalls in senkrechter Stellung, mit dem Kopf nach oben. Eine gleiche Lage der Erdzellen und der Puppen in ihnen geben auch Roberts für *A. lineatus* und *obscurus*, Ford für *A. obscurus* und Hyslop (zitiert nach Roberts) für die amerikanische Spezies *Agriotes mancus* Say. an, während Horst die Puppen von *A. obscurus* in wagerechter Lage in horizontalen Erdzellen 10—15 cm tief im Boden fand. In meinen Zuchtgefäßen lagen die Puppen von *A. lineatus* meist mehr oder weniger horizontal auf dem Rücken. Der Vorgang der Verpuppung selbst dauert verschieden lange. Manche Tiere haben die letzte Larvenhaut im Bruchteil einer Stunde, andere erst nach vielen Stunden vollends abgestreift. Sind

der Kopf mit seinen Anhängen, die Beine und Flügel frei, so unterstützt die Puppe die Abstreifung der Haut durch pendelnde und rollende Bewegungen des Abdomens.

II. Physiologisch-experimenteller Teil.

Die Feststellung des Drahtwurms als Urheber von Schäden auf dem Felde wird in der Praxis häufig dadurch sehr erschwert, daß dieser Schädling nach vorheriger intensiver Fraßtätigkeit zuweilen plötzlich verschwunden ist, um erst nach einiger Zeit ebenso unerwartet wieder in Mengen aufzutreten. In vielen Fällen kann daher Drahtwurmfraß lediglich anhand des Schadbildes festgestellt werden. Ist es an sich häufig schon eine schwierige Aufgabe, den geschädigten Landwirt lediglich auf Grund des Schadbildes von der Urheberschaft eines bestimmten Schädlings zu überzeugen, zumal wenn er selbst den Schaden auf eine andere Ursache zurückführt, so liegt hier der Fall noch um so schwieriger, als das Fraßbild der Drahtwürmer an Getreide von dem anderer Getreideschädlinge (Fritfliege, Getreideblumenfliege u. a.) nicht immer leicht zu unterscheiden ist.

Diesem den Drahtwürmern eigenen Verhalten kommt eine weitere, wesentlich größere Bedeutung im Hinblick auf eine Bekämpfung mit chemischen Mitteln zu, welche freilich wegen der hohen Kosten und der Unsicherheit des Erfolges heute noch nicht im großen durchgeführt werden kann. Der Erfolg einer solchen Bekämpfung und ebenso des wiederholt angewandten Köderverfahrens mit halbierten Kartoffeln, geschroteten Bohnen, Maismehlkuchen usw. wird in weitgehendem Maße von der Wahl des richtigen Zeitpunktes für die Anwendung abhängig sein.

Sind die Drahtwürmer auch fraglos zu größeren horizontalen Wanderungen innerhalb des Bodens befähigt, so handelt es sich bei den oben geschilderten Verhältnissen doch in den meisten Fällen um eine Abwanderung in die Tiefe. Nach Horst sind Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen die Ursache für diese Tiefenwanderung. Auch Roberts vermutet, daß die Larven unter dem Einfluß von Regen und milder Witterung aus der Tiefe in die Nähe der Oberfläche emporsteigen. Während aber Horst die Drahtwürmer nach einem kühlen Regen flach im Boden fand, konnte ich im Mai 1928 und auch später eine Abwanderung der Drahtwürmer in die Tiefe als Folge kühler Niederschläge feststellen.

Um Aufschluß zu gewinnen über die für die Drahtwürmer optimalen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen im Boden, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, in denen bei konstanter Temperatur die Feuchtigkeitsmenge und umgekehrt bei konstanter Feuchtigkeit die Temperatur geändert wurde.

A. Optimale Feuchtigkeit.

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde bereits gesagt, daß für das Gedeihen der Vollkerfe eine ausreichende Feuchtigkeit unerläßlich ist.

Dies gilt in noch höherem Maße für die Eier und Larven, besonders die Junglarven. Beide Stadien sind auf eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre angewiesen und gehen zugrunde, sobald dieser Feuchtigkeitsgrad um ein weniges unterschritten wird, wie nachstehender Versuch zeigt:

4 Reagenzröhrchen wurden in ihrem unteren Teil mit Schwefelsäure verschiedener Konzentration, ein fünftes mit Wasser gefüllt. Die Säurekonzentrationen wurden so gewählt, daß die relative Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Röhrchen 0, 72, 83 und etwa 92 % betrug. In einem Schlitz an der unteren Fläche der Gummistopfen, welche die Röhrchen abschlossen, wurd eein Deckgläschen eingeklemmt, auf welchem je 4 Eier mit einem winzigen Gelatinetröpfchen befestigt waren (Abb. 6). Diese Anordnung ermöglichte eine Kontrolle, ohne daß die Gläser geöffnet zu werden brauchten. Während in dem nur Wasser ent-

Abb. 6. Erklärung im Text.

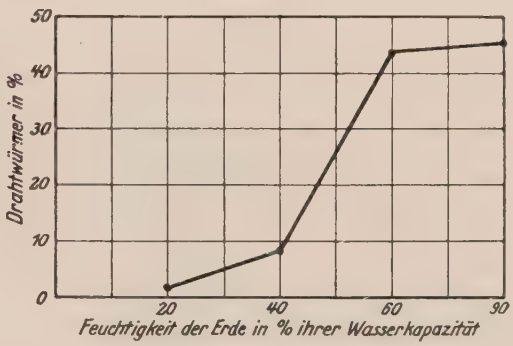


Abb. 7. Erklärung im Text.

haltenden Röhrchen sämtliche Eier normale Junglarven lieferten, waren die Eier in den übrigen Gefäßen mit geringerer Luftfeuchtigkeit, auch bei 92 % relativer Leuftfeuchtigkeit, eingetrocknet und abgestorben. Dagegen schlüpften aus unter Wasser liegenden Eiern normale Larven, die bis zu 17 Tagen lebend unter Wasser gehalten werden konnten, ehe sie, wahrscheinlich wegen Futtermangels, eingingen. Während gleiche Versuche mit Junglarven ergaben, daß deren Feuchtigkeitsbedürfnis hinter dem der Eier nicht zurücksteht, erwiesen sich ältere Larven hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehaltes ihrer Umgebung weniger anspruchsvoll. Doch sind auch ältere Stadien trotz ihres starkwandigen Chitinpanzers gegen eine Austrocknung sehr empfindlich. 10 fast ausgewachsene Larven von *Agriotes lineatus* verloren in offener Petrischale bei Zimmertemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 55 % in 60 Minuten 18,5 %, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 47,5 % in der gleichen Zeit sogar 25,5 % ihres Gewichtes. Im ersteren Falle erholten sich von den 10 stark geschrumpften und bis auf 3 Exemplare anscheinend leblosen Larven 7 in feuchter Erde

wieder vollkommen, im letzteren Falle von der gleichen Anzahl nur 2 Larven. Im übrigen ist der Grad der Eintrocknung in der Zeiteinheit für die einzelnen Larven auch bei Verwendung gleichgroßer und aus derselben Umgebung stammender Tiere sehr verschieden. Besonders auffällig ist dieses unterschiedliche Verhalten bei beschleunigter Austrocknung, z. B. im Exsikkator. Hier kann man neben bereits maximal eingetrockneten Larven häufig einzelne Tiere beobachten, welche noch annähernd normale Größe und Beweglichkeit besitzen.

Nähere Angaben über die Ansprüche der Drahtwürmer an den Feuchtigkeitsgehalt ihrer Umgebung lieferte eine Reihe von Zylinderversuchen:

In einem 25 cm hohen und 5 cm weiten Glaszylinder wurden 4 Bodenschichten verschiedenen Feuchtigkeitsgehaltes (20, 40, 60 und 90 % der Wasserkapazität des Bodens) übereinander geschichtet. Zur Isolierung der einzelnen Schichten gegeneinander dienten mit Paraffin durchtränkte Papierscheiben mit randständigen Einkerbungen, welche den Larven den Durchtritt gestatteten. Jede Abteilung wurde mit 15 mittelgroßen und annähernd ausgewachsenen Larven von *A. obscurus* und *lineatus* und bei einer Reihe von Versuchen mit je einer in gleicher Größe ausgestanzten Kartoffelscheibe beschickt. Die Zahl der Drahtwürmer wurde nicht größer gewählt, um nicht durch etwa eintretenden Sauerstoffmangel die Eindeutigkeit der Versuche zu gefährden. Zur Ausschaltung einer etwa vorhandenen Geotaxis wurden mehrere in gleicher Weise hergerichtete Zylinder verwandt, von denen die einen senkrecht mit der feuchtesten Schicht oben, die anderen umgekehrt oder horizontal aufgestellt wurden. Eine Hülle aus schwarzem Papier sorgte für vollkommenen Lichtabschluß. Nach 3 tägiger Versuchsdauer wurde die Anzahl der Larven und, soweit Futter gereicht worden war, die Stärke des Fraßes in den einzelnen Schichten festgestellt.

In Tabelle I sind die Ergebnisse von einer Anzahl derartiger Versuche wiedergegeben, welche in der Zeit vom 16. bis 18. Februar 1929 mit im Freien überwinterten Drahtwürmern angestellt wurden. In allen Versuchen konnte in Übereinstimmung mit den Befunden Flachs' eine starke Abwanderung der Drahtwürmer aus den beiden Bodenschichten mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 20 % und 40 % ihrer Wasserkapazität in die feuchteren mit 60 % und 90 % beobachtet werden, und zwar unabhängig davon, ob die feuchteren Schichten oben oder unten im Zylinder gelegen waren. Die Durchschnittswerte der für die einzelnen Schichten gefundenen Drahtwurmzahlen ergeben die in Abb. 7 wiedergegebene Kurve, welche erkennen läßt, daß die Besiedlungszahlen für die beiden Schichten mit 60 % und 90 % Feuchtigkeitsgehalt annähernd gleich sind. Danach dürfte die für die Drahtwürmer der beiden Arten *A. lineatus* und *A. obscurus* optimale Bodenfeuchtigkeit zwischen 60 % und 90 % der Wasserkapazität des Bodens liegen.

Die Versuche, in denen jede der verschieden feuchten Erdschichten mit einer Kartoffelscheibe beschickt wurde, führten zu einem Befund, welcher zu weiteren ernährungsphysiologischen Untersuchungen Veranlassung gab. Die Ergebnisse seien an dieser Stelle mitgeteilt, da zwischen der Ernährungsweise der hier behandelten Drahtwurmarten und ihrem großen Feuchtigkeitsbedürfnis enge Beziehungen zu bestehen scheinen.

Tabelle I. (Erklärung im Text.)

Bodenschicht mit einem Wassergehalt von % ihrer Wasserkapazität	Temperatur		Versuchsdauer	Verteilung der Drahtwürmer in den einzelnen Schichten von Zylinder								Mittlere Besiedlungszahl für die einzelnen Bodenschichten	Lage der Zylinder
	Min.	Max.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
%	° C	° C	Tage	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
90	12	18	3	35	53,3	25	61,6	65	26,6	63,3	36,6	45,8	I, IV, V, VII senkrecht, feuchteste Schicht oben
60	12	18	3	55	38,3	58,3	31,6	33,3	58,3	25	53,3	44,1	
40	12	18	3	10	8,3	13,3	6,6	1,7	8,3	11,7	6,6	8,3	II, VI, VIII senkrecht, feuchteste Schicht unten
20	12	18	3	—	—	3,3	—	—	6,6	—	3,3	1,65	III horizontal

In den Versuchen, in denen humoser Boden verwandt und in jeder Schicht eine Kartoffelscheibe gereicht wurde, war überraschenderweise der Fraß nicht in den stärkstbesiedelten feuchteren Schichten, sondern ausnahmslos bei 40% Bodenfeuchtigkeit am stärksten (Abb. 8), obgleich dieser Abschnitt bei Versuchsbeendigung jeweils durchschnittlich nur etwa 10% der gesamten Drahtwürmer enthielt. Enthielt dagegen der Zylinder gründlich ausgewaschenen, also keinerlei organische Bestandteile enthaltenden Quarzsand unter Beibehaltung der übrigen Versuchsbedingungen, so war zwar auch hier eine Abwanderung der Drahtwürmer in die feuchteren Schichten zu erkennen, der Fraß aber in den einzelnen Abteilungen der Besiedlungsstärke annähernd proportional.

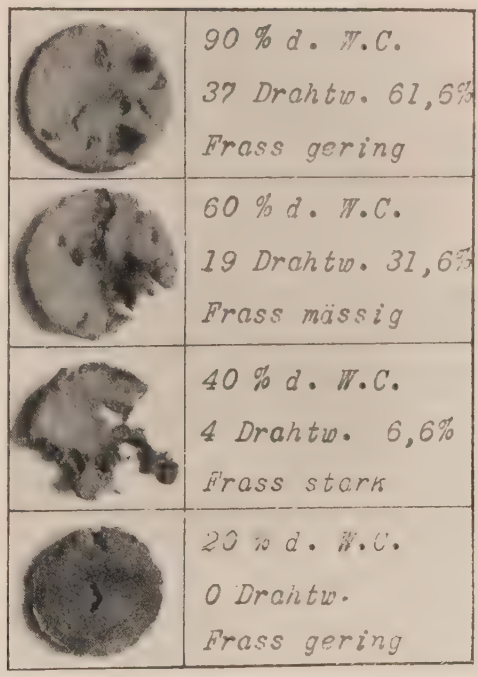


Abb. 8. Erklärung im Text.

Um die Abhängigkeit der Fraßstärke, also der Schädlichkeit der Drahtwürmer von der Art und dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens enger zu umreißen, wurden 2 parallellaufende Versuchsreihen angesetzt: 8 gutschließende Petrischalen wurden mit je 8 genau gewogenen Drahtwürmern, 1 Kartoffelscheibe und 100 g gründlich ausgewaschenem Quarzsand mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 10, 20,

30, 40, 50, 60, 75 und 90 % seiner Wasserkapazität, weitere 8 Schalen dagegen mit humusreicher Erde unter sonst gleichen Versuchsbedingungen beschickt. Nach dreitägiger Versuchsdauer wurde die Stärke des Fraßes und die Gewichtszunahme der Drahtwürmer, welche vor Versuchsbeginn 14 Tage in mäßig feuchtem Sande ohne Nahrung gehalten worden waren, aus beiden Reihen miteinander verglichen. In den mit Sand gefüllten Schalen war bei zunehmender Bodenfeuchtigkeit, und zwar etwa von 60 % Feuchtigkeitsgehalt aufwärts, eine schwache Abnahme der Fraßstärke erkennbar, aber auch bei 90 % Feuchtigkeit zeigte die Kartoffelscheibe noch tiefe Fraßlöcher. In der Reihe mit Erde gefüllter Schalen dagegen war der Fraß bis zu 50 % Feuchtigkeitsgehalt zwar noch annähernd so stark wie in den entsprechenden Schalen der Sandreihe, bei 60 % aber bereits merklich geringer, und bei 75 und 90 % zeigten die Kartoffelscheiben auch nicht die geringsten Fraßspuren mehr (Abb. 9). Trotzdem betrug die Gewichtszunahme der Drahtwürmer aus diesen beiden Gefäßen 17,1 bis 20 % gegenüber einer Gewichtszunahme von nur 11,6 bezw. 11,2 % der Drahtwürmer aus den entsprechenden Gefäßen der Sandreihe. Das Ergebnis:

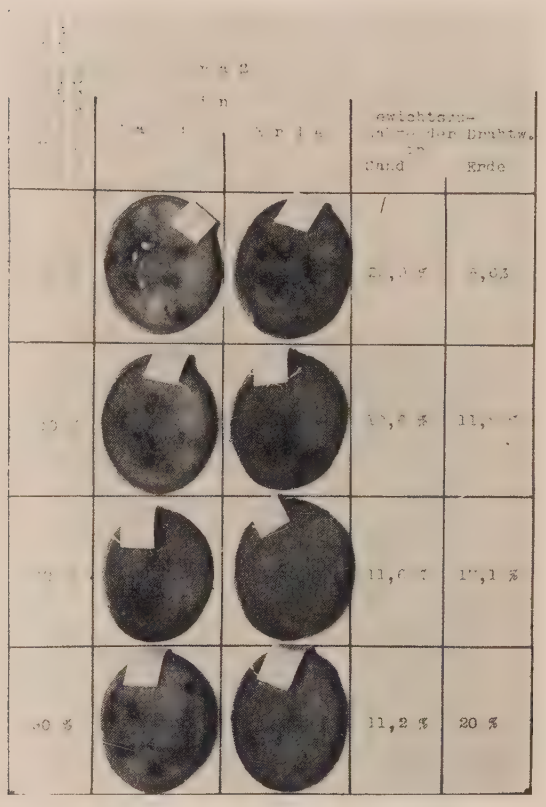


Abb. 9. Erklärung im Text.

mäßige Gewichtszunahme der Drahtwürmer und annähernd gleichstarker Fraß an der Kartoffelscheibe in allen, auch den feuchtesten Gefäßen der Sandreihe, starke Gewichtszunahme bei völliger Unversehrtheit der Kartoffelscheibe in den beiden feuchtesten Gefäßen, aber nur diesen, der Erdreihe

läßt nur die Deutung zu, daß die Drahtwürmer der Art *Agriotes obscurus* — für den geschilderten Versuch standen nur diese zur Verfügung — in dem genügend feuchten, humusreichen Boden den Humus sogar der wegen

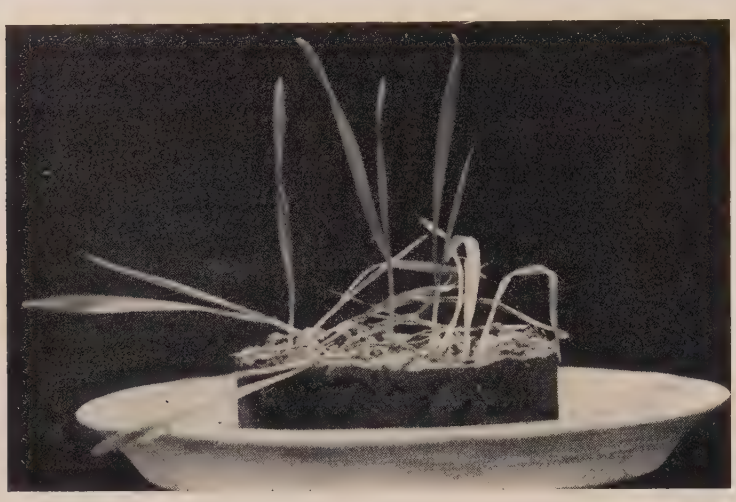
ihrer großen Anziehungskraft als besonders wirksamer Drahtwurmköder bekannten Kartoffel vorgezogen hatten.

Die gleiche Abhängigkeit der Fraßstärke von der Menge der Bodenfeuchtigkeit wurde auch bei Fütterung mit jungen Getreidepflanzen beobachtet. In 2 humusreiche Böden gleicher Herkunft wurden unter gleichen Bedingungen je 18 Weizenkörner eingebettet. Nachdem die jungen Pflanzen die Größe der Sommersaat zur Zeit des stärksten Drahtwurmfraßes erreicht hatten, wurde jedes Gefäß mit 15 Larven *Agriotes obscurus* besetzt, die Erde aber von diesem Zeitpunkt ab in den beiden Gefäßen verschieden stark, etwa zu 30 und 80 % ihrer Wasserkapazität, angefeuchtet. Nach 3 Tagen waren in dem trockener gehaltenen Boden (Abb. 10 I) 11 von den 15 Pflanzen durch Drahtwurmfraß zum Absterben gebracht, in dem feuchten (Abb. 10 II) dagegen nur eine Pflanze. Eine nunmehr vorgenommene Umkehrung der Feuchtigkeitsverhältnisse hatte zur Folge, daß die 4 Restpflanzen des vorher stark dezimierten Bestandes erhalten blieben, die 14 Pflanzen in dem jetzt wenig gegossenen Boden aber in wenigen Tagen den Drahtwürmern zum Opfer fielen. Sämtliche eingegangenen Pflanzen wiesen das an der Auffaserung des unterirdischen Halmteils kenntliche Fraßbild des Drahtwurmes auf.

Nach Flachs, Roberts, Rostrup und Thomson (1931), Sorauer (1928) und anderen sind die Drahtwürmer im allgemeinen oder die Larven der beiden Arten *Agriotes obscurus* und *lineatus* im besonderen fakultative Humusfresser, welche in Ermangelung lebender Pflanzen auch von abgestorbenen Pflanzenresten leben können. Nach den geschilderten Versuchsergebnissen ernähren sich aber die Larven der beiden *Agriotes*arten, besonders die von *A. obscurus*, wahrscheinlich auch im Freien so lange vorwiegend von den im Boden vorhandenen organischen Bestandteilen, wie solche und vor allem die für ihre Aufnahme erforderliche Bodenfeuchtigkeit in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Erst wenn einer dieser beiden Faktoren ein bestimmtes Maß unterschreitet, werden lebende Pflanzen angegriffen. Da naturgemäß der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens häufiger als sein Gehalt an organischen Bestandteilen größeren Schwankungen unterliegt, ist eine erhöhte Fraßtätigkeit an lebenden Pflanzen wahrscheinlich zum guten Teil auf Wassermangel zurückzuführen. Nur auf humusarmen Böden sind die Drahtwürmer der genannten Arten auch bei Vorhandensein ausreichender Bodenfeuchtigkeit auf die lebende Pflanze angewiesen. Im Einklang damit steht die häufige Beobachtung, daß gerade auf solchen Böden der Schaden während der ganzen Fraßperiode beträchtlich sein kann, während er unter günstigeren Bodenverhältnissen gar nicht oder nur vorübergehend in Erscheinung tritt. Wenn das Vorkommen der Drahtwürmer *(A. obscurus* und *lineatus)* nach Blunck und Merkenschlager vorwiegend an saure Böden gebunden zu sein scheint, so dürfte weniger die saure Reaktion an sich als vielmehr der meist

damit einhergehende Reichtum des Bodens an humosen Bestandteilen ausschlaggebend sein.

Bei der großen Empfindlichkeit der Drahtwürmer gegen eine Aus-



I

II

Abb. 10. Erklärung im Text.

trocknung lag die Vermutung nahe, daß ihre Vorliebe für feuchte Böden einen natürlichen Schutz gegen Austrocknungsgefahr darstellt. Dem stand aber der Befund entgegen, daß Larven von *A. obscurus* und *lineatus*

3 Tage in Erde mit einem relativen Feuchtigkeitsgehalt von nur 20%, in Sand sogar von nur 10% der Wasserkapazität gehalten werden konnten, ohne daß eine Gewichtsabnahme, welche auf einen Wasserverlust hingedeutet hätte, zu verzeichnen war. Larven, welche durch Aufenthalt in trockener Zimmerluft (30% relat. Luftfeuchtigkeit, 20° C.) an Gewicht verloren hatten, zeigten nach Unterbringung in Erde mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 20% oder in Sand mit einem solchen von 10% der Wasserkapazität sogar eine Gewichtszunahme. Füllt man ein gut schließendes Gefäß mit Erde, die zu 20% ihrer Wasserkapazität, oder mit Sand, welcher zu 10% befeuchtet ist, so zeigt der nach kurzer Zeit auf 100% relative Luftfeuchtigkeit weisende Zeiger eines empfindlichen, in dem Gefäß aufgehängten oder in einer Vertiefung der Bodenfüllung untergebrachten Haarhygrometers an, daß bei 18° C diese geringe Feuchtigkeitsmenge genügt, um die Atmosphäre in und dicht über dem Boden mit Wasserdampf zu sättigen. Danach ist die stets beobachtete Abwanderung der Drahtwürmer aus den trockeneren Bodenschichten (bis etwa 50% relat. Feuchtigkeit) in die feuchteren kaum als eine Flucht vor der Austrocknung anzusehen.

Abb. 11. Längsschnitt durch den Mitteldarm einer Larve von *Agriotes obscurus*. Vergr. 65fach.

Dieses Feuchtigkeitsbedürfnis dürfte vielmehr eine Folge der Ernährungsweise sein. Wie mikroskopische Darmuntersuchungen zeigten, wird die Nahrung nämlich nur in flüssiger Form aufgenommen. Im Darm von Drahtwürmern, welche nach längerer Hungerperiode mit Kartoffel gefüttert worden waren, wurden in keinem Falle Stärkekörner oder Bruchstücke davon gefunden. Er war vielmehr in seiner ganzen Ausdehnung mit einer trüben, auch bei stärkster mikroskopischer Vergrößerung keine festen Bestandteile aufweisenden, bräunlichen Flüssigkeit gefüllt, deren mikroskopisches Bild mit dem eines durch Filtration (Papierfilter) von Stärkekörnern befreiten, eingetrockneten Kartoffelpreßsafttropfens übereinstimmt. Kartoffelmehl und frischen Kartoffeln entnommene Stärkekörner, welche bei 15° und im Thermostaten bei 55° C der Einwirkung des Darmsaftes und einer von den Drahtwürmern bei Störung während des Fraßes durch den Mund ausgeschiedenen Flüssigkeit ausgesetzt wurden, zeigten

nach 24 Stunden auch nicht die geringsten Spuren einer Korrosion. Wahrscheinlich sind die untersuchten Drahtwurmarten gar nicht befähigt, Stärke zu verdauen, etwa ebensowenig, wie eine *Julus*art (*londinensis?*), welche bei Verabreichung von Kartoffel die Stärke zwar aufnahm, diese aber in Gestalt weißer Kotballen unverdaut wieder ausschied (Jodprobe).

Die allgemein bekannte Anziehungskraft der Kartoffel auf die Drahtwürmer beruht daher nicht auf ihrem Stärkegehalt, sondern auf ihrem großen Wasserreichtum. Dafür spricht auch die Beobachtung, daß die Wirkung der Kartoffel als Köder mit deren zunehmender Austrocknung stark zurückgeht. Es sind vorwiegend saftreiche Pflanzen, welche unter Drahtwurmfraß am schwersten zu leiden haben, außer der Kartoffel z. B. die Rübe, der Salat, der Mohn, die Möhre. Andere Pflanzen, wie Getreide, Bohnen, Kohl u. a. werden nur im Jugendstadium heimgesucht, solange ihr Gewebe noch einen großen Wassergehalt besitzt. Mehlkuchen, die in Japan mit Erfolg als Köder verwendet werden, und geschrotete Bohnen haben die Fähigkeit, viel Wasser aufzusaugen und festzuhalten. Charakteristisch für das Fraßbild der *Agriotes*-Larven an Getreide ist die pinselartige Auffaserung des leicht aus der Scheide herausziehbaren, unteren Halmteiles, die dadurch zustande kommt, daß die Larven mit den Mandibeln den Saft aus dem Gewebe herauspressen und nur diesen aufnehmen, die härteren Bestandteile, vor allem die Gefäßbündel, aber zurücklassen.

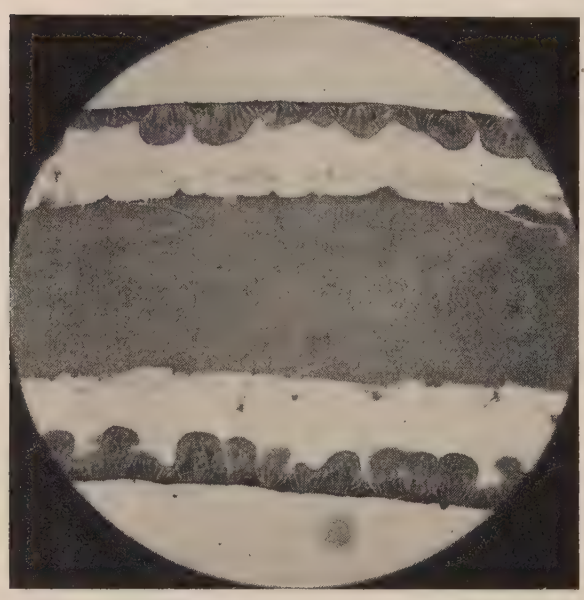


Abb. 12. Längsschnitt durch den vorderen Mitteldarmabschnitt einer *Agriotes obscurus*-Larve. Vergr. 65fach.

Daß bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit lebende Pflanzen trotz der Anwesenheit von Drahtwürmern in ihrer unmittelbaren Nähe von diesen häufig auch unter natürlichen Verhältnissen im Freien nicht befressen werden, fand ich 1929 und 1930 augenfällig bestätigt, als ich bei trocknem Wetter Jungpflanzen von Blumen- und Weißkohl untersuchte, welche mit Kohlkragen versehen waren. Haufig fand ich bei fortgeschrittener Austrocknung des Bodens *Agriotes*larven an dem durch die Kohlkragen

feucht gehaltenen Grund der jungen Pflanzen, ohne daß diese Spuren eines Fraßes zeigten.

Bei Ernährung durch Humus wird dieser nicht etwa wie bei den Lumbriciden mitsamt der Erde gefressen, vielmehr nehmen die Drahtwürmer nur die Bodenfeuchtigkeit mit den darin gelösten bezw. suspendierten organischen Bestandteilen und den Bodenkolloiden auf. Der starke Haarbesatz der Mundwerkzeuge hat möglicherweise eine doppelte Aufgabe: die engen Zwischenräume zwischen den Haaren ermöglichen oder erleichtern durch ihre Kapillarwirkung die Aufnahme der Bodenfeuchtigkeit; die Haare in ihrer Gesamtheit aber bilden ein Filter, welches nur flüssigen Stoffen den Durchtritt gestattet, feste Bestandteile aber zurückhält. Denn auch im Darme von Drahtwürmern, welche nach längerem Aufenthalt in mäßig feuchtem, nährstofffreiem Quarzsand in ein Gefäß mit feuchter Erde gebracht worden waren und hier an Gewicht zugenommen, also Nahrung aufgenommen hatten, wurden keine festen Bestandteile gefunden. Abb. 11 gibt die Mikrophotographie eines Längsschnittes durch den Mitteldarm eines dieser Drahtwürmer wieder, welche eine leichte Flockung des Darminhaltes, aber keinerlei feste Teile erkennen läßt. Der Enddarm enthielt in den untersuchten Fällen niemals Kotballen, die Fäzes werden in flüssiger Form ausgeschieden. Der Darm besitzt in seinem vorderen Abschnitt (Abb. 12) eine durch Faltung stark vergrößerte Oberfläche, welche auf die Verarbeitung großer Mengen nährstoffarmer Nahrung hindeutet. Wahrscheinlich ist die lange Entwicklungszeit der Drahtwürmer eine Folge dieser Ernährungsweise.

Literatur.

Blunck, H., und Merkenschlager, F., Zur Ökologie der Drahtwurmherde. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst. Berlin 1925, S. 95—98.

Comstock und Slingerland, Wireworms. Results of efforts to discover a practicable method of preventing the ravages of these pests, and a study of the life history of several common species. Cornell Univ. agric. Exp. Stat. Bull. 33, 1891, S. 193 bis 272.

Flachs, Experimentell-biologische Studien an Drahtwürmern. Zeitschr. f. angew. Entom. 14. Bd. Berlin 1928, S. 514—528.

Ford, G., Observations on the larval and pupal stages of *Agriotes obscurus* L. Ann. Appl. Biol. 3, 1917, S. 97—115.

Horst, A., Zur Kenntnis der Biologie und Morphologie einiger Elateriden und ihrer Larven. (Insbesondere Untersuchungen über *Agriotes obscurus* L.). Arch. Naturgesch., Jahrg. 28, Abt. A, H. 1. Berlin 1922, S. 1—90.

James, H. C., On the pair of so-called sensory pits of the ninth abdominal segment of the wireworm *(Agriotes obscurus* L.) with additional notes on the internal anatomy. Annals of applied Biology, Cambridge, Vol. XIV, 1927, S. 470—481.

Korff, Drahtwurmbekämpfung. Deutsche Landw. Presse 49. Jahrg. Berlin 1922, S. 313.

Langenbuch, R., Über die Statocysten einiger Crustaceen. Zoolog. Jahrbücher Abt. f. allgem. Zoologie und Physiologie der Tiere, Bd. 44. Jena 1928, S. 575—622.

Roberts, R., On the life history of „wireworms“ of the genus *Agriotes* Esch., with some notes on that of *Athous haemorrhoidalis* F. Part I—III. Ann. Appl. Biol. Cambridge, Vol. VI, 1919/20, S. 116—135, Vol. VIII, 1921, S. 193—215, Vol. IX, 1922, S. 306 bis 324.

Rostrup, S., und Thomson, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. 4. Aufl. Berlin 1931.

Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. Aufl, 5. Bd. Berlin 1928, S. 119.

Zolk, K., Mõnda uuemat tumeda viljanaksuri *(Agriotes obscurus* L.) bioloogiast. (Einiges Neue aus der Biologie von *Agriotes obscurus* L.) Äratõmme kuukirjast „Agronoomiast“ Nr. 11, 1924.

Zur Biologie von Ptinus tectus Boield.

Von

Heinz F. Friederichs, Frankfurt a. M.

(Mit 2 Abbildungen).

Der ausgedehnte Überseeverkehr der Neuzeit bringt es mit sich, daß zugleich mit dem Transport von Nahrungs- und Genußmitteln auch deren Schädlinge in die Verbrauchsländer eingeschleppt werden. Dort verbreiten sich die Schädlinge — ich denke besonders an Schadinsekten — in der Regel schnell, da sie nicht nur jene eingeführten Lebensmittel befallen, sondern auch einheimische organische Stoffe als Nahrung benutzen. Zu den in allerneuester Zeit nach Deutschland eingeschleppten Insekten dieser Gruppe gehört die in Australien und Tasmanien heimische Diebskäferart *Ptinus tectus* Boield. (Boieldieu 1856), die anscheinend mit australischem Getreide zunächst nach England kam und sich dort ausbreitete (1901 Strood-Kent, 1904 London und Liverpool, 1920 Irland; Literatur siehe bei v. Lengerken 1929). In Deutschland wurde dieser Käfer zuerst von Koltze 1916 als in Hamburg vorkommend gemeldet, 1918 war er schon in Liegnitz (Scholz 1920) und bald darauf in anderen deutschen Städten wie Berlin, Aschaffenburg, Stuttgart usw. (Zacher) anzutreffen. Als Nahrung bevorzugt er „Chilebohnen, Rohkakao, Roggen, Fischfutter (Piscidin), Natalmais und Kasein. Besonders in letzterem wird er sowohl in Glanzpapierfabriken wie Käsefabriken sehr lästig" (Zacher 1927, S. 111). v. Lengerken (1929) berichtet über sein Vorkommen in einem Futtermittel, das aus Trockenhefe und zerschroteten Meereskrebsen bestand.

Daß noch wenig von der Biologie des *Pt. tectus* bekannt ist, dürfte wohl auf die verhältnismäßig kurze Zeit, seit der dieser Schädling erst in Europa beobachtet wird, zurückzuführen sein. Als erster versuchte Scholz aus in Fischfutter vorgefundenen lebenden Käfern Zuchten durchzuführen. Von Juli bis Ende September 1918 beobachtete er Imagines in größerer Anzahl im Zuchtgefäß; in den folgenden Monaten bis Anfang Dezember konnte er noch vereinzelte Käfer vorfinden, die er als „absterbend" und „altersschwach" bezeichnet. Erst von Ende Februar bis

Anfang April des nächsten Jahres schlüpften neue Käfer. Die ersten Larven bemerkte Scholz im August 1918; diese waren im September zum Teil bereits eingesponnen, doch liefen im Oktober noch einige andere frei umher. Von November bis Februar lagen sie in Puppengehäusen, der Zeitpunkt der eigentlichen Verpuppung wurde nicht beobachtet. Die Puppenkokons bestehen aus Futterkörnchen, die von den Spinnfäden der Larven zusammengehalten werden.

Während dieser Autor im Oktober nur absterbende Käfer fand, beobachtete v. Lengerken (1929) in diesem Monat das sehr häufige Auftreten und Schlüpfen frischer Imagines. Sehr interessant sind ferner seine Beobachtungen über die Verpuppungsorte erwachsener Larven. Schon Scholz stellte fest, daß die Larven negativ phototaktisch sind. Das kam noch augenscheinlicher bei den von v. Lengerken beobachteten Larven zum Ausdruck. Diese wählten die vom Lichte abgewandte Außenseite der Jutesäcke, in denen das Futter (Trockenhefe und zerschrotete Krebse) aufbewahrt wurde und das die Larven befallen hatten, als Verpuppungsort, nachdem sie sich durch die Gewebelücken hindurchgezwängt hatten; besonders die im Dunkeln liegenden Nahtfalten der Säcke wiesen dicht aneinandergedrängte Kokons auf. In anderen Futterbehältern (Pappkarton und Blumentopf) fanden sich Kokons nur unterhalb der Futteroberfläche, also im Dunkeln, vor, und zwar meist an den Seitenwänden der Behälter. Der Jungkäfer schlüpft, nachdem er sich ein rundes Loch in den Kokon genagt hat. Eine Ausnahme stellte v. Lengerken bei den Kokons fest, die an der Innenwand des Pappkartons befestigt waren; hier fraßen die Jungkäfer die 2 mm dicke Pappwand durch und gelangten auf diese Weise ins Freie, so daß die Wand durch die vielen ausschlüpfenden Käfer siebartig durchlöchert wurde. Als weitere Merkwürdigkeit konnte konstatiert werden, daß einige Larven sich in den oberen Rand einer Holzkistenwand bis über 2 cm tief senkrecht eingefressen hatten und sich am blinden Ende des Ganges verpuppten. Die aus diesen Kokons schlüpfenden Jungkäfer nagten nun einen kurzen, horizontal verlaufenden Gang durch das Holz und gelangten so an die Außenwelt.

Außer diesen beiden Beobachtungen liegen keine anderen Notizen über die Biologie von *Ptinus tectus* Boield. vor. Da ich einige Generationen dieses Käfers züchten konnte, glaube ich noch einige nicht unwichtige Bemerkungen und Ergänzungen über seine Biologie machen zu können.

Im Frühjahr 1927 kaufte ich für meine Fischzuchten in einer hiesigen (Frankfurt a. M.) Handlung Futter, das sich in einer Blechdose mit der Aufschrift „Welkes Universal-Fischfutter“ befand und aus fein gemahlenen Meereskrebsen zu bestehen schien. Eine spätere Nachfrage ergab, daß der Händler das Futter aus Hamburg bezogen hatte. Beim Verfüttern bemerkte ich eiförmige Kokons, und am 12. April 1927 liefen kleine Käfer auf dem Futter umher, die als *Ptinus tectus* Boield. be-

stimmt werden konnten [1]). Diese Imagines wurden mit einem Teil des Fischfutters in besondere Behälter gesetzt, wo sie sich recht munter zeigten und auch mehrere Kopulationen eingingen. Sie blieben bis zum September desselben Jahres am Leben; Mitte September waren alle Käfer abgestorben. Anfang August beobachtete ich die ersten Larven, die fast nie an die Oberfläche des Substrates kommen. Sie fressen sehr gut und sind bereits Mitte September in selbstgesponnene Kokons eingehüllt, die sich unterhalb der Futteroberfläche entweder frei im Futter oder an den Behälterwänden befestigt vorfinden; die Larven sind also, wie Scholz und v. Lengerken fanden, negativ phototaktisch. Von Ende Oktober bis in den November hinein erscheinen ständig Jungkäfer, die aber nach einigen Tagen wieder absterben, so daß Anfang Dezember keine lebenden Imagines mehr beobachtet werden. Dafür bemerkte ich seit Mitte November wieder junge Larven, die im Gegensatz zu den Larven vom September nicht so freßgierig sind. Mitte Dezember 1927 sind die ersten Kokons vorhanden, in ihnen liegen im Januar 1928 aber noch die Larven; erst im Februar sind diese verpuppt. Ende März bis Anfang April schlüpfen die ersten Jungkäfer; auch in den späteren Monaten kommen noch zahlreiche Imagines zum Vorschein. In diesem Jahr (1928) sind bereits im Juli die jungen Larven sichtbar.

Die jungen Larven sind etwa 1—2 mm lang und halten sich nach Art anderer Ptiniden-Larven engerlingartig gekrümmt, wodurch eine Höhlung auf der Ventralseite zwischen dem Thorax und dem verdickten Abdominalende entsteht (vgl. die Abbildung einer *Niptus hololeucus*-Larve, die dieselbe Körperhaltung einnimmt, bei Geinitz 1928). Sie weisen mit Ausnahme des Kopfes, der bräunlichgelb gefärbt und stärker chitinisiert ist, eine schmutzigweiße Tönung auf; jedes Segment ist mit wenigen, aber langen abstehenden Haaren besetzt, die die Substratpartikelchen von der Cuticula fernhalten. Sechs kräftige Beine sind deutlich zu erkennen, ebenso die starken Mandibeln. Die Larven wachsen verhältnismäßig schnell; die Zahl der Häutungen konnte ich jedoch nicht feststellen.

Fast immer ist die Larve in Bewegung, während des Fressens kriecht sie langsam, aber ständig weiter. In den älteren Stadien schleppt sie dabei kurze Spinnfäden hinter sich her: zwei dünne, dicht nebeneinanderliegende Stränge. Ein solcher Faden zeigt im getrockneten Zustand inmitten einer etwas geschrumpften Grundmasse winzige unregelmäßige Körper, die wohl als Chitinteilchen angesehen werden können. Demnach scheint auch die *Pt. tectus*-Larve zerkaute Chitinteile (die Nahrung besteht in diesem Falle aus gemahlenen Crustaceen) mit einer Kittsubstanz zu einem Spinnfaden vereinigen zu können (vgl. auch P. Schulze 1927), wobei die Kittsubstanz wahrscheinlich den Malpighischen Gefäßen wie

[1]) Für frdl. Nachprüfung beim Bestimmen bin ich Fräulein Dr. E. Franz vom Senckenbergischen Museum in Frankfurt zu Danke verpflichtet!

bei der Messingkäferlarve (Boldyrew 1922, Marcus 1930) entstammt. An den Fäden kleben meist ohne Zutun der Larve kleine Futterpartikel fest. Die Fäden selbst sind gelblich und sehr kräftig, so daß man das Tier an ihnen hochheben kann.

Vor den Häutungen bemerkt man fast nichts mehr von einer Segmentierung; in diesem Zustande ist die Larve fast gestreckt und sehr träge. Kurz vor dem Spinnen des Kokons häutet sie sich zum letzten Male. In einem Falle dauerte der Häutungsprozeß vom 8. bis 12. Dezember 1927; diese Larve ist 5,1 mm lang und 1,4 mm breit. Am 13. Dezember beginnt sie mit der Anfertigung des Kokons. Dabei ver-

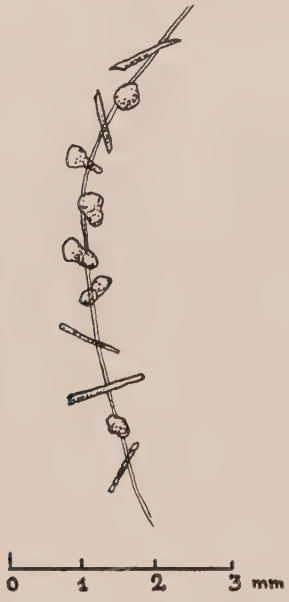


Abb. 1. Spinnfäden mit angeklebten Fremdkörpern der *Pt. tectus*-Larve.

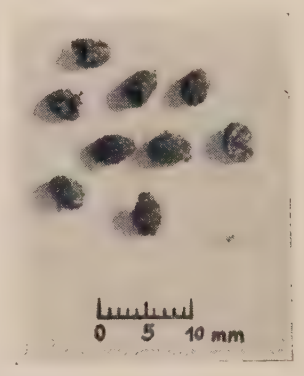


Abb. 2. Puppenkokons des *Pt tectus*.

fährt sie folgendermaßen: sie ergreift mit Vorder- und Mittelbeinen ein Futterteilchen und gibt es an die Hinterbeine weiter, die es in die Höhlung zwischen Thorax und Abdominalende schieben. Nun wird der After ruckartig nach vorn gestoßen, das von den Hinterbeinen gehaltene Futterteilchen kommt mit den austretenden Spinnfäden in Berührung, klebt an diesen fest und wird dann von den Beinen losgelassen, worauf es mitsamt den Fäden nachgezogen wird. Das Abdominalende ist inzwischen wieder in seine Ausgangsstellung zurückgekehrt, um gleich darauf wieder die Vorwärtsbewegung zum nächsten Futterteilchen, das bereits von den Vorderbeinen ergriffen und an die Hinterbeine weitergegeben wurde, zu vollführen. Denn der ganze Vorgang wiederholt sich innerhalb einer Sekunde 2—3 mal, so daß in ganz regelmäßigen Abständen solche Partikel an den Fäden hängen, da die Spinnsubstanz kontinuierlich abgesondert wird. Diese beklebten Fäden werden, mehrere Zentimeter lang, nachgeschleppt (Abb. 1). Bis jetzt ist die Larve in einer Richtung weitergekrochen, nun vollzieht

sie weitere und engere Windungen um sich selbst, ohne im Bekleben der Spinnfäden innezuhalten. Dabei wickeln sich die Fäden um die Larve und legen sich aneinander, das Gespinst wird bei den engeren Windungen immer dichter, so daß schließlich ein Kokon entsteht. Durch Belegen der Innenwand mit Spinnfäden und durch das Ankleben von Futterpartikeln an die Außenwand ohne Zutun der Larve wird er nunmehr ganz dicht.

Der Kokon ist meist ganz regelmäßig eiförmig gebaut und mißt etwa 4—6 mm im Längs- und 3—4 mm im Querdurchmesser (Abb. 2). Nur wenn er an die Behälterwand geklebt wird, ist die anstoßende Kokonseite abgeplattet. Der Kokon besteht also aus äußerlich einheitlichen Spinnfäden mit sekundär angeklebten Fremdkörpern; er stellt demnach eine „Kotfadenhülle" dar, wie sie Schulze für die Larve von *Platydema* (Tenebr.) beschreibt.

Ebenso wie sich die Larven stets innerhalb des Substrates aufhalten, befinden sich auch die Kokons immer in dieser Masse, wenn diese dem Licht ausgesetzt war. Nur auf der Suche nach einem geeigneten Verpuppungsort wird diese negative Phototaxis vorübergehend durch einen Wandertrieb verdrängt, den schon Scholz beobachtete und v. Lengerken bestätigte.

Das Präpupalstadium dauert ziemlich lange, etwa 6—8 Wochen, wie auch Scholz beobachtete; dagegen ist das eigentliche Puppenstadium wesentlich kürzer. Der Jungkäfer nagt ein mehr oder weniger rundes Loch in den Kokon, um ihn verlassen zu können; auf die Ausnahmefälle beim Schlüpfen, die v. Lengerken berichtete, habe ich schon aufmerksam gemacht. Beschreibungen des Käfers findet man bei White (1846) und Boieldieu, wozu ich noch bemerken möchte, daß kein Geschlechtsdimorphismus in der Körpergestalt wie bei anderen Ptiniden besteht.

Aus meinen Beobachtungen ergeben sich zwei Zeiten des häufigsten Auftretens der Jungkäfer, einmal die Monate April bis Juli, dann die Monate Oktober und November. Auch Scholz verzeichnete ihr häufiges Vorkommen im Juli—August, während v. Lengerken das massenhafte Schlüpfen im Oktober bemerkte. Es scheint sich also um zwei Generationen im Jahr zu handeln, da die Lebensdauer der meisten Käfer auf wenige Wochen oder gar nur einige Tage beschränkt ist. Immerhin vermögen dennoch einzelne Individuen die Zwischenzeit zwischen den Generationen zu überleben, wie die 2 „altersschwachen" Imagines vom Juli der Scholzschen Zucht zeigen, die am 1. November noch lebten. Da es sich bei den bisherigen Zuchten nur um wenige Tiere handelte, neige ich zu der Ansicht, daß unter günstigeren Lebensbedingungen, wie sie etwa in geheizten Räumen oder in großen Lebensmittelspeichern gegeben sind, die Grenzen zwischen den einzelnen Generationen nicht so scharf sind wie in den kleinen Zuchten, daß vielmehr Übergänge vorhanden sein und Fortpflanzungs- und Entwicklungsperioden möglicherweise unabhängig von den Jahreszeiten aufeinanderfolgen dürften.

Zusammenfassung.

Einzelheiten aus der Biologie der australischen, seit 1916 in Deutschland eingeschleppten Ptinide *Ptinus tectus* Boield. werden berichtet. Besonders die Lebensäußerungen der Larve beim Anfertigen des Puppenkokons, der aus selbstgesponnenen Fäden mit sekundär angeklebten Fremdkörpern besteht, werden eingehend geschildert. Die Puppenhülle gehört zur Gruppe der „Kotfaden-Kokons". Anscheinend handelt es sich um zwei Generationen im Jahre.

Literatur.

1. Boieldieu, M., Monographie des Ptiniores. Annal. Soc. Ent. France, 3. ser., 4, 1856.
2. Boldyrew, W. Th., Einige Bemerkungen über den Messingkäfer *Niptus hololeucus* Fald. Arb. 3. allruss. Entomo-Phytopathol. Kongr. Leningrad 1922. (Russisch.)
3. Geinitz, B., Zur Biologie des Messingkäfers. Bad. Blätter f. angew. Entom. 2, 1928.
4. Koltze, W., Nachträge und Berichtigungen zu Reitters Fauna germanica bezüglich der in der Umgegend Hamburgs vorkommenden Coleopteren. In Reitters Fauna germanica 5, 1916, S. 316.
5. v. Lengerken, H., Zur Biologie und Schadwirkung von *Ptinus tectus* Boield. Zeitschr. f. angew. Entom. 1929.
6. Marcus, B. A., Beiträge zur Anatomie und Biologie des Messingkäfers. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz 6, 1930.
7. Scholz, M. F. R., Die Aufzucht von *Ptinus tectus* Boield. Entom. Blätter 16, 1920.
8. Schulze, Paul, Der chitinige Gespinstfaden der Larve von *Platydema tricuspis* Motsch. Zeitschr. Morph. u. Ökol. Tiere 9, 1927.
9. White, Zool. of the Voyage of Erebus and Terrar 11, 1846.
10. Zacher, F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.

Kann sich Calandra granaria L. im Mehl fortpflanzen?

Von

Prof. Dr. **K. Th. Andersen.**

(Zoolog. Institut Weihenstephan der Techn. Hochschule München.)

(Mit 1 Abbildung.)

Calandra granaria legt seine Eier in Getreidekörner, wie Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, dann aber auch in aus Mehl verfertigte harte Teigwaren, wie Makkaroni, Nudeln und Spaghetti. Die ausschlüpfenden Larven fressen das Innere des Kornes und höhlen es mehr oder weniger aus, verpuppen sich darin und kriechen erst als fertiger Käfer aus. In den Hartgrießerzeugnissen fressen die Larven Gänge, die mit dem Wachstum und der Dickenzunahme der Tiere breiter werden. Sind die Larven ausgewachsen, so verpuppen sie sich am Ende des Ganges und verlassen ebenfalls erst als Imago ihre Geburtsstätte.

Die Frage, ob sich der Kornkäfer auch in Mehl fortpflanzen könne, wurde schon öfters aufgeworfen aber immer wieder verneint. Alle Versuche in dieser Beziehung schlugen fehl. So schreibt Zacher (1925), daß die Käfer in Mehl ihre Entwicklung nicht durchmachen können, und in seinem Buch über die Vorrats- und Speicherschädlinge (1927) ist zu lesen, daß Weizen- und Roggenmehl, ebenso wie Bisquit, Zwieback und Weißbrot nur als Nahrung für die erwachsenen Käfer dienen. Auch K. Müller (1928), der sich als Letzter mit der Frage befaßt hat, verneint die Möglichkeit der Fortpflanzung des Käfers im Mehl. Nicht einmal eine Eiablage konnte darin festgestellt werden. Nur eine Angabe erwähnt Müller, wo Eier und auch vereinzelt Larven in Mehl gefunden worden sind. In der Abhandlung: „Der schwarze Kornwurm *Calandra granaria*, eine kritische Studie über die Mittel zu seiner Bekämpfung" bemerkt der ungenannte Verfasser, daß er Eier des Kornkäfers in Mehl gefunden habe, die die Käfer dahinein gelegt hatten und daß auch vereinzelt Larven darin vorkamen. Er kommt aber zu dem Schluß: „Alle Autoren sind sich darin einig, daß die Käfer sich im Mehl nicht fortpflanzen können. Über die Gründe dieser Erscheinung konnten wir aber in der Fachliteratur nichts finden." (Nach Müller, 1928, S. 358.)

Müller selbst ist es nicht gelungen, die Käfer in Mehl oder in Grieß zur Eiablage zu bewegen. Ebenso konnte er junge, vorsichtig aus Körnern befreite Larven in Mehl nicht weiter zur Entwicklung bringen. Sie gingen nach wenigen Tagen ein. Dagegen gediehen Larven, die älter als 14 Tage waren bis zum fertigen Käfer. Er meint: „Zweifellos steht, selbst wenn eine Eiablage in Mehl in seltenen Fällen erfolgen sollte, fest, daß junge Larven bis zum Alter von 14 Tagen zugrunde gehen". Müller erörtert auch die verschiedenen Möglichkeiten, warum die Junglarven des Kornkäfers in Mehl nicht gedeihen können und kommt zu der Überzeugung, daß es vorwiegend ernährungsphysiologische Gründe sein müssen, die hier mitspielen. Er meint, es fehle der ganz jungen Larve im Mehl die eiweißreiche Aleuronschicht, da diese durch den Mahlvorgang entfernt wird und in der Kleie steckt. Auf diesen Zusammenhang deute schon die Stelle der Eiablage im Korn, die in vielen Fällen dicht neben dem eiweißreichen Keimling erfolge, oder doch unmittelbar unter der Kornoberfläche und Aleuronschicht. Möglicherweise sei auch die stärkere Haut und die dickere Fettschicht darunter bei der älteren Larve ein Schutz vor zu großem Wasser- und zu starkem Wärmeverlust, wodurch diese am Leben bleiben, während die Junglarven, die diese Schutzmittel sicher nicht in diesem Maße aufweisen, zugrunde gehen müssen. Er zieht auch die Möglichkeit in Betracht, daß die jungen Larven im Mehl keinen Halt zum Fressen haben, verwirft sie aber: „Es ist wenig wahrscheinlich, daß die ganz junge, fußlose Larve deshalb eingeht, weil ihr der feste Halt fehlt, den sie normalerweise in der Kornwandung hat, um das Stärkemehl mit ihren Mundwerkzeugen aufzunehmen" (S. 358).

Meine Versuche, Kornkäfer in Mehl zur Eiablage zu bringen, schlugen zunächst ebenfalls fehl. Trotz eifrigsten Suchens konnten in einem mit Mehl und 50 legetüchtigen Käfern beschickten Wägegläschen, das in einem Wärmeschrank mit 26° C, der für die Eiablage günstigsten Temperatur, gestanden hatte, keine Eier gefunden werden. Auch eine sorgfältige Durchmusterung einer großen Mehlkiste, die stark mit Käfern verseucht war, verlief ergebnislos.

Nun versuchte ich, Larven in Mehl weiter zu züchten. Zu diesem Zwecke wurden 7 Larven, 3 alte (über 14 Tage) und 4 jüngere (bis höchstens 7 Tage) in Weizenmehl in einem festgeschlossenen Wägegläschen vergraben. Nach 14 Tagen waren 2 Larven verpuppt, eine fast ausgewachsen und 2, die sicher zu den 4 jüngeren gehörten, waren mittelgroß. Die letzten 2 konnten nicht mehr gefunden werden. Der Versuch stand in einem Wärmeschrank mit 26° C. Leider stieg, infolge Versagens der Wärmeregelungseinrichtung die Temperatur auf über 30° C, so daß die Larven eingingen. Da aber die 2 jüngeren bei der Nachschau nach 14 Tagen das kritische Alter bereits überschritten hatten, so darf mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß sie gleichfalls zu fertigen Käfern sich entwickelt hätten. Den Grund, warum hier junge Larven sich fortentwickelten, im

Gegensatz zu den Erfahrungen Müllers, werden wir nach dem 3. Versuch angeben können.

Bei diesem Versuch ließ ich mich von den folgenden Überlegungen leiten. Der Hauptgrund, den Müller für das Nichtgedeihen der Junglarven in Mehl annimmt, daß nämlich die Eiweißstoffe fehlen, ist zwar einleuchtend, aber nicht bewiesen. Es könnte ebenso gut sein, daß hauptsächlich die lockere Aneinanderlagerung der Mehlteilchen, wodurch sich doch gerade das Mehl vom Mehlkern des Kornes unterscheidet, schuld daran ist. Dann wäre also die Möglichkeit, die Müller für am wenigsten wahrscheinlich hält, daß die jungen Larven in Mehl keinen Halt zum Fressen finden, die Ursache für ihr Zugrundegehen. Die Frage, sind es ernährungsphysiologische oder mechanische Ursachen, die die Weiterentwicklung der Junglarve im Mehl verhindern, mußte sich durch folgenden Versuch beantworten lassen.

2 Wägeschälchen mit 4,5 cm Durchmesser und 6 cm Höhe wurden $^3/_4$ mit feinem Weizenmehl gefüllt. In das eine wurde das Mehl lose eingeschüttet, in das andere aber schichtweise eingedrückt. In jedes Gläschen, die beide mit eingeschliffenem Glasdeckel fest verschlossen wurden, kamen 50 legetüchtige Käfer. Beide Gläschen stellte ich nebeneinander in einen Wärmeschrank mit 26° C. Der Versuch wurde am 16. Nov. 31 aufgestellt. Nach etwa 14 Tagen zeigte sich an der Glaswand des mit gepreßtem Mehl beschickten Gefäßes eine kleine Larve, die fressend an dem Glas entlang in den nächsten Tagen schräg nach abwärts kroch. Am 29. Januar wurde der Versuch abgebrochen, da Mitte Januar die Temperatur vorübergehend auf 30° C und vielleicht sogar etwas darüber gestiegen war. Übrigens hätte der Versuch schon Ende Dezember eindeutig Aufschluß gegeben, ob eine Vermehrung stattgefunden hatte oder nicht, da bei 26° C die Entwicklung bis zur Verpuppung 28 Tage und bis zum Schlüpfen des Käfers aus dem Getreidekorn 37—39 Tage dauert.

Die Zählungen in beiden Zuchten am Ende des Versuchs zeigten folgendes Ergebnis:

a) In dem Gefäß mit gepreßtem Mehl fanden sich in der oberen Hälfte (2 cm) der Mehlschicht 61 Käfer, in der unteren Hälfte 27 Käfer (darunter 5 Puppen und 3 größere Larven), das sind zusammen 88 Stück.

b) In dem Gefäß mit lockerem Mehl fanden sich 48 Käfer auf der Oberfläche und 2 im Mehl, sonst nichts.

Es hatte also in gepreßtem Mehl eine Vermehrung um 33 Tiere, das ist um 66%, stattgefunden, während in lockerem Mehl die Käfer sich nicht vermehrt hatten.

Die Käfer im Vergleichsversuch b) waren alle, die in a) größtenteils tot. Es scheint und das bestätigen auch andere Beobachtungen, daß die Jugendstufen die vorübergehend größere Wärme besser vertragen haben als die Imagines. So erklärt es sich auch, daß in dem Versuch mit gepreßtem Mehl nicht mehr Larven und Puppen gefunden worden sind. Sie

haben sich weiter entwickelt, während die Käfer, die Mitte Januar abgestorben sind, keine Eier mehr legten, die Junglarven gegeben hätten. Die lebenden Käfer des Versuchs a) waren wahrscheinlich erst nach der Temperaturerhöhung geschlüpft.

Einige Beobachtungen an dem Versuch mit gepreßtem Mehl dürfen nicht unerwähnt bleiben. Im ganzen waren an der Glaswand des Gefäßes 3 Larvengänge sichtbar. Käferfraß und Käferwühlgänge waren auch in dem Vergleichsversuch an der Glaswand mehrfach zu sehen. Die Larvengänge verliefen wagrecht und bis 45° nach abwärts geneigt. Die Puppen und noch nicht geschlüpften Käfer lagen in einer Puppenwiege aus fest zusammen gekitteten Mehlteilchen (s. Abb.). Dem Zerdrücken leisteten diese Hüllen ziemlichen Widerstand und zersprangen schließlich splitterig. Normalerweise bildet das ausgenagte Korn die Puppenwiege und eine eigene Hülle wird durch die Larve nicht gebildet.

Puppenwiegen der in Mehl sich entwickelnden *Calandra granaria*. Sie bestehen aus zusammengekitteten Mehlteilchen. Die daneben liegenden Käfer sind beim Öffnen d. Wiegen herausgefallen. 1,6fach vergr.

Aus den Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Unter gewissen Umständen können sich die Kornkäfer sehr wohl im Mehl fortpflanzen.

2. Die Fortpflanzungsgröße in Mehl bleibt aber hinter der in Weizen-, Roggen- und Gerstenkörnern zurück.

3. Die Junglarven gehen für gewöhnlich nicht infolge Eiweißmangels im Mehl ein, sondern weil die Mehlteilchen zu lose zusammen hängen; es sind also mechanische, keine ernährungsphysiologischen Gründe. Im fest gepreßten Mehl findet die Junglarve für ihre winzigen Mundwerkzeuge und den Körper Halt zum Fressen, im lockeren Mehl fehlt dieser und die Mehlteilchen weichen aus.[1])

Das in unserem 2. Versuch 2 Junglarven sich weiter entwickelten, können wir nun so erklären, daß beim Vergraben der Tiere in dem Mehl

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Nach der Indruckgabe dieses Aufsatzes fand ich in der umfangreichen, reichhaltigen Abhandlung Zachers· „Untersuchungen zur Morphologie und Biologie der Samenkäfer" *(Bruchidae-Lariidae)* (1930) eine Angabe (S. 330), die eine weitere Stütze für diese Ansicht ist. Zacher gelang es, Bohnenkäfer und Kornkäferlarven in losem Mehl bezw. Bohnenmehl in flachen Kammern aus zwei Objektträgern, die durch Streichhölzchen auseinandergehalten waren, aufzuziehen. Noch besser sei die Aufzucht der Larven in kleinen Schalen mit einer flachen Bohnenmehlschicht, die durch eine 1,2 bis 2 mm dicke Glasplatte beschwert war, gelungen. Zacher zieht daraus den gleichen Schluß wie wir, daß die Larven in losem Mehl deswegen eingehen, weil sie einen Stützpunkt, ein Widerlager brauchen, um ihre Mundwerkzeuge betätigen zu können. Wie alt seine zur Aufzucht verwendeten Larven waren, ist in den Angaben nicht zu ersehen. Die Aufzucht der Bohnenkäferlarven in reinem Pflanzeneiweiß (Legumin) gelang ebensowenig wie in reiner Stärke.

dieses zufällig um die beiden Larven herum genügend festgedrückt worden war, so daß sie eben fressen konnten und damit über die kritische Wachstumsstufe hinaus kamen.

4. Daß die Käfer für gewöhnlich in Mehl keine Eier ablegen, liegt ebenfalls an der lockeren Lagerung der Mehlteilchen. Die Käfer brauchen wahrscheinlich einen gewissen Widerstand des Mehlkörpers als Reiz zur Eiablage. Ich stelle mir vor, daß *Calandra granaria* erst dann ein Ei legt, wenn er mit dem Rüssel ein Loch für die Eiablage bohren konnte Das Bohren der Eiablagehöhle und die Eiablage selbst gehören ursächlich zusammen. Ist jenes unmöglich, wie in lockerem Mehl, so unterbleibt auch dieses. Diese Annahme findet eine Stütze in dem gewöhnlichen Verhalten des Käfers, insofern als ja immer bei der Eiablage, gleichgültig, ob diese in Körner oder Hartteigwaren erfolgt, mit dem Rüssel vorher ein Loch gebohrt wird.

Daß die Feststellung der Fortpflanzungsmöglichkeit des Kornkäfers im Mehl von großer praktischer Bedeutung ist, sei nur nebenbei bemerkt. Eine feste Lagerung der Mehlteilchen erfolgt nicht bloß durch Druck, sondern auch durch Feuchtwerden des Mehls. Auf jeden Fall ist jetzt bewiesen, daß sich der Kornkäfer unter gewissen Bedingungen, wenn nämlich zusammengepreßtes Mehl und seien es nur kleine Klümpchen, vorhanden ist, in Speichern fortpflanzen kann, auch wenn keine Getreidekörner da sind.

Literatur.

Müller K., Beiträge zur Kenntnis des Kornkäfers *Calandra granaria*. Zeitschr. f. angew. Entom. 13, 313—347 (1928).

Zacher Fr., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.

— — Untersuchungen zur Morphologie und Biologie der Samenkäfer *(Bruchidae-Lariidae)*. Beiträge zur Kenntnis der Vorratsschädlinge. 6. Beitrag. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. 18, H. 3, 233—384 (1930).

Neue Literatur.

Eingesandt vom 1. Januar bis 31. Dezember 1931.

Andersen, K. Th., Der linierte Graurüßler oder Blattrandkäfer, *Sitona lineata* L. — Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 6 (88 S., 40 Abb.). Berlin, Julius Springer, 1931. Preis RM 9,60.

Andrew, Bess J., Method and rate of Protozoan Refaunation in the Termite *Termopsis angusticollis* Hag. — Univ. Calif. Publ. Zoology. Vol. 33, Nr. 21, 1930.

Appel, G. O., Aufgaben einer Hauptstelle für Pflanzenschutz. — Pflanzenbau 1931 (Heft 8).

Armbruster, L., Wilhelm Scheuthle †. — Bienenpflege 1929, Nr. 1.

Armbruster, L., Prof. Dr. Hugo Berthold von Buttel-Reepen zum 70. Geburtstag. — Pomm. Ratg. Bienenz. 1930.

Armbruster, L., Bienenweide-Pflanzen. — Späth-Buch.

Armbruster, L., Deutsche Honig-Handelsklassen. — Arch. f. Bienenkunde 1931.

Armbruster, L., Klassische Bienenzuchtgebiete im Lichte der historischen Betriebslehre u. Völkerkunde. — Arch. f. Bienenkunde 1931.

Armbruster, L., Die landwirtschaftliche Hochschule Berlins und die kleinsten Haustiere. — Deutsche illustr. Bienenzeitg. 1931.

Armbruster, L., Die Biene. — Südd. Monatshefte 1931.

Armbruster, L., Was treiben die Bienen im Winter? — „Uns Immen" 1931.

Armbruster, L., Bienenkunde. — Wissenschaft u. Landwirtschaft (Festschrift) 1931.

Arnhart, L., Beiträge zur Kenntnis von Krankheiten der Bienenkönigin. — Arch. f. Bienenkunde XI, 1930.

Arnhart, L., Ein einfacher mikro-photographischer Reiseapparat. — Konowia, Bd. X (1931).

Babel, A., Der Rübenkäfer. — Ratschläge f. Haus, Garten, Feld, V, Nr. 6, 1931.

Babel, A., Schädlingsbekämpfung und Biene. — Nachr. über Schädlingsbekämpfung V, Nr. 2, 1931.

Babel, A., Die Organisation der Schädlingsbekämpfung. — Als Manuskript gedruckt.

Babel, A., Arsenhaltige Äpfel. — Der Obstbau 1931 (Aug.).

Babel, A., Die Obstmade (*Carpocapsa pomonella*). — Ebenda 1929 (Februar).

Babel, A., Schwefel oder Kupfer im Obstbau. — Pommernblatt 1930 (22. August).

Babel, A., Vom Kampf gegen den Goldafter. — Opladener Zeitg. 1930 (23. Juni).

Babel, A., Auf zum Großkampf gegen die Mückenplage! — Opladener Zeitg. 1930 (15. Juli).

Badger, L. F., Dyer, R. E. and **Rumreich, A.**, An infection of the Rocky Mountain Spotted fever type. — U. S. Treas. Dep. Publ. Health Serv. Nr. 1452, 1931.

Barbey, A., A travers les Forêts de Pinsapo d'Andalousie. Mit 41 Tafeln. — Paris 1931.

Batiashvilly, J. D., Comparative tests of insecticides on the caterpillar of the *Hyponomeuta malinellus* Zll. — Kiew 1931. (Russ. mit engl. Rés.)

Bauer, A., Die Umstellung der Hybridenpflanzungen auf Pfropfreben und andere Kulturen in der Pfalz. — Wein u. Rebe 1931.

Biologe, Der, Monatsschrift zur Wahrung der Belange der deutschen Biologen. Herausgegeben von Prof. Dr. E. Lehmann. Heft 1—3 (Okt.—Dez. 1931).

Biologische Reichsanstalt für Forst- und Landwirtschaft, Anleitung zur Bestimmung und Bewertung der wichtigsten Schädigungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Berlin 1930.

Blunck, H. und **Kaufmann, O.**, Die Rübenfliege und ihre Bekämpfung. — Biol. Reichsanstalt, Flugbl. Nr. 117, Juni 1931.

Bodenheimer, F. S., Theoretical Considerations on the Evolution of Control Measures. — Hardar 1930.

Bodenheimer, F. S, Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. III. Die Beziehung der Vorzugstemperatur zur Luftfeuchtigkeit der Umgebung. — Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1931.

Bodenheimer, F. S, Zur Frühgeschichte der Erforschung des Insektenparasitismus. — Arch. f. Gesch. d. Mathem. Naturw. u. Tech. 13. Bd., 1931.

Bodenheimer, F. S., Über thermotaktisches Verhalten, Körpertemperatur und Aktivitätsminimum bei Insekten. — Zool. Anz. Bd. 93, 1931.

Bölsche, Wilhelm, Der Termitenstaat. — F. 4* (Kosmos-Bändchen). Stuttgart 1931.

Börner, C., Mitteilungen über Blattläuse. — Anz. f. Schädlingskunde 1931.

Bondarew, A. W., Contacting insecticides and coccidae. — Bull. Mleew. Horticult. Exp. Stat. No. 29. Mleew 1930.

Bovien, Prosper, To slemme Skadedyr paa Jordbaerplanterne *(Acalla comariana* u. *Anthonomus rubi)*. — Haven 1930.

Bovien, Prosper, Paeregalmyggen *(Contarinia pyrivora)*. — Haven 1930.

Brasilien, Rivista Entomologia. — Herausgegeben von Th. Borgmeier. Vol. I, Heft 1. St. Paulo 1931.

Brassler, K., Der „Naturpfad". — Die Umschau 1931.

Bredemann, G., siehe Hamburg.

Bremer, H., und **Kaufmann, O.**, Die Rübenfliege *Pegomyia hyoscyami* Pz. — Monograph. z. Pflanzenschutz Nr. 7. 110 S., 32 Abb. Berlin, J. Springer, 1931. Preis RM 12.

Britton, W. E, siehe Connecticut.

Brown, R. C., Observations on the Satin Moth (*Stilpnotia salicis* L.) and its natural enemies in Central Europa. — U. S. Dep. Agric. Circ. No. 178, 1931.

Brun, R., Zur Frage der sogenannten „Ocellarglomeruli" und der efferenten Verbindungen der pilzhutförmigen Körper (*Corp. pedunculata)* des Insektengehirns, speziell bei den sozialen Hymenopteren. — Zool. Anz. Bd. 97, Heft 5/6.

Brun, R., August Forel † (mit Porträt). — Mitt. D. ent. Ges. Jahrg. 2 (1931).

Buschmann, W., Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven. — Verh. D. Ges. f. ang. Ent. 1930.

Burgess, A. F., The Control of some imported tree defoliating Insects. — IV. Internat. Congr. of Entom., Vol. II., Naumburg a. S., 1929.

Burgess, A. F., and **Crossmann, S. S.**, Imported insect enemies of the Gipsy-Moth and the Brown-Tail Moth. — U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. No. 86, 1929 (144 S., 55 Fig.).

Burgess, A. F., The Gipsy Moth and the Brown-Tail Moth. — U. S. Dep. Agr. Farmers Bull. No. 1623, 1930.

Butovitsch, V., Beiträge zur Bekämpfung und Biologie des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L. — Mitt. aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1931.

Butovitsch, V., Neue Wege zur Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers. — Forstarchiv 1931.

Butovitsch, V., Die Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers. — Silva 1931.

Californien. — Report on the Symposium on Termite Problems of the Termite Investigations Commitee. Sept. 2—13, 1929.

Camp, A. F., and **Wilmot, R. J.**, Fumigation research in Florida. — The Monthl. Bull. State Board of Florida, Vol. XV, No. 5—8, 1930 u. 1931.

Chamberlin, J. C., The Arachnid Order *Chelonethida*. — Standford Univ. Publ. Univers. Ser. Biol. Ser. Vol. VII, Number 1, 1931 (284 S., 71 Abbild.).

Chappuis, P. A., Methodik der Erforschung der subterranen Fauna. — Handb. biol. Arbeitsmeth. Abt. IX, Teil 7, Heft 1 (1931).

Collino, C. W., Control of the Satin Moth by Spraying in Alternate Years. — U. S. Dep. Agr. Circ. No. 189, 1931.

Connecticut. — Connecticut State Entomologist. 13. Report 1930. By W. E. Britton, New Harven 1931.

Crüger und **Körting**, Zur Bekämpfung der Fritfliege am Winterroggen. — „Georgine", Land- u. Forstw. Zeitg. 1930.

Crüger und **Körting**, Zur vorbeugenden Bekämpfung der Getreideblumenfliege. — Ebenda.

Crüger, O., und **Körting, A**, Über die Eiablage der Getreideblumenfliege und die unmittelbare Voraussage ihres Schadauftretens. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1931.

Dänemark, Plantesygdomme i Danmark 1930 (Plant diseases and Pests in Denmark 1930). — Tidsskr. for Planteavl. 37. Bd., 1931.

Dänemark, St. Forsogsvirksomhed i Plantekultur. 175. u. 176. Meddelelse: Midler til Bekaempelse af Frugttrae-Spindemider („Rødt Spind") u. Frugttrae-Spindemiden *(Paratetranychus pilosus).* „Rødt Spind" paa Frugttraerne.

De Fluiter, Voorloopige Mededeelingen (1. *Nygmia phaeorrhoea* Don., 2. *Stilpnotia salicis* L., 3. *Lophyrus pini* L.). — Verslag van de Zes-en-tachtigste Zomervergadering der Nederl. Ent. Vereeniging 1930.

Deutscher Pflanzenschutzdienst. — Leitsätze für Schädlingsbekämpfung in Kern- und Steinobstbau 1931. Neustadt a. d. Haardt 1931.

Dingler, M., Niederhaltung, nicht Ausrottung. — Forstw. Centralbl. 1930.

Dingler, M., Über eine Unsitte im forstlichen Schrifttum. — Allg. Forst- und Jagdztg. 1930.

Dingler, M., Zur Biologie und Bekämpfung der tierischen Spargelschädlinge. — Anz. f. Schädlingsk. VII, 1930.

Dingler, M., Die Griesheimer Heuschreckenplage. — Anz. f. Schädlingsk. VII, 1930.

Dingler, M., Speckkäfer in Chlorammonium. — Mitt. Ges. f. Vorratsschutz 1930.

Dingler, M., Einiges zur Anatomie der *Platyparea poeciloptera.* — 4. Wandervers. Dtsch. Entom. 1930.

Dingler, Max, Zum Vogelschutz. — Mitt. ehem. hessischer Landwirtschaftsschüler 1931.

Drabaty, Iwan, Die postembryonale Entwicklung der Thoraxanhänge bei der Honigbiene *Apis mellifica* L. — Arch. f. Bienenkunde XI, 1930.

Emden, Fr. von, Zur Kenntnis der Sandaliden XI—XVI. — Ent. Blätter 1931.

Emden, Fr. von, Die Megalopterenlarven der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. — Arch. f. Hydrobiol. Suppl. Bd. IX, 1931.

Emden, Fr. von, Zur Kenntnis der Morphologie und Ökologie des Brutkäfer-Parasiten *Cephalonomia quadridentata* Duch. — Zeitschr. f. Morph. u. Ök. d. Tiere. Bd. 23, 1931 (150 S., 53 Abb. u. 1 Taf.).

Ext, W., Die Beobachtungen des Massenauftretens von Insekten in der Provinz Schleswig-Holstein durch den Pflanzenschutzdienst. — 4. Wanderversammlung Deutsch. Ent. in Kiel 1930.

Faes, H., Rapport annuel 1930. — (Station Féd. d'essais vitic. a Lausanne.) Berne 1931.

Fluiter, Hendrik Jacob de, De Bloedluis Eriosoma lanigerum (Hausm.) in Nederland. Wageningen 1931. (125 S., 13 Tafeln.)

Fox, Carroll, A Limited rat flea survey of Savannah, Ga. — U. S. Treas. Dep. Washington 1931.

Fransen, J. J., De Verbreiding der iepenziekte door de iepenspintkevers en de bestrijding van dit insect in de practijk. — Tijdschr. over Plantenziekt. 1931, Nr. 9.

Fransen, J. J., Enkele gegevens omtrent de verspreiding van de door *Graphium ulmi* Schw. veroozaakte iepenziekte door de iepenspintkevers, *Eccoptogaster (Scolytus) scolytus* F. en *Eccoptogaster multistriatus* Marsh. in verband met de bestrijding dezerziekte. — Tijdschr. Plantenziekten 1931.

Frickhinger, H. W., Ein Massenauftreten der Getreidehalmwespe. — Mitt. d. D. L. G. 1931.
Friederichs, K., Über Verdunstungsmessung für ökologische Zwecke in der Zoologie. — Sitzungsb. u. Abh. Nat. Ges. Rostock 1930.
Friederichs, K., Nachtrag zu „Verdunstungsmessung" 1931.
Geiger, Rud., Das Mikroklima und seine Bedeutung für die belebte Natur. — Zeitschr. f. angew. Meteorologie, 1931.
Geiger, R., und **Amann, H.**, Forstmeteorologische Messungen in einem Eichenwald. — Forstw. Centralbl., 1931.
Gerasimov, A., Zur Lepidopterenfauna von Mittelasien III. Neue *Lithocolletis*. — Entom. Zeitschr., 45. Jahrg.
Gerasimov, A. M., *Enzophera bigella* Zell., ennemie du pommier en Asie Centrale. — Leningrad 1930.
Geßner, A., Drahtwürmer als Rebschädlinge. — Weinbau und Kellerwirtschaft 1930.
Geßner, A., Prüfung von Rebschädlingsbekämpfungsmitteln im Jahre 1930. — Weinbau und Kellerwirtschaft 1931.
Ghesquière, J., Sur l'Importance économique et la bionomie de deux *Pyraustines nouvelles* pour le Congo belge. Bull. et Ann. Soc. Ent. Belgique, 1931.
Ghesquière, J., Note additionnelle sur l'Helopeltis Lemosi Ghesq. — Rev. Zool. Bot. Afr. XX., 1931.
Gibson, Arth., and **Twinn, C. R.**, Household Insects and their controll. Ottawa 1931.
Goetsch, W., Expeditiones informativas por el Pais para el Estudio de la Fauna Chilena. — An. Univers. Chile, 1930.
Goetsch, W., Obervaciones y Experimentos con Animales Chilenos (handelt über Arbeitsteilung bei Ameisen). — Ebenda.
Görnitz, K., Feststellung von Parasitenlarven in den Puppen des Kiefernspanners. — Anz. f. Schädlingskunde, 1931.
Golovyanko, Z. S., Results of the application of Paradichlorbenzene against the larvae of the Forest Cockchäfer *Melolontha hippocastani* F. — (Russisch mit engl. Res.) 1931.
Gradojević, M., Méthodes d'examen biologique des larvicides à employer contre la cochenille *Eulecanium corni* Bouché et autres représentants de la famille de Coccides. — Belgrad 1930 (44 S., 12 Fig.).
Grandi, Guido, Plasticità somatica morfologia et etologia in insetti viventi in particolari condizioni di segregazione. — R. Accad. Sc. Inst. Bologna, 1929.
Grandi, Guido, Specificità ed eterogeneità delle vittime degli imenotteri predatori, specializzazione di comportamento delle femmine nidificanti e necessità dietetiche delle loro larve. — Ebenda 1930.
Grandi, Guido, Obliterazione, atrofia è postamento di organi in un Lepidottero ed etologia specializzata. — Ebenda 1931.
Großheim, N. A., Materials for the study of the Genus *Sitona* Germ. Bull. Mleev Horticult. Exp. Stat. Nr. 17. — Mleew 1928.
Großheim, N. A., The trap-bands up fruit trees. — Ebenda Nr. 24, 1929.
Großheim, N. A., Of the appearance in masses injourious insects. — Ebenda Nr. 26, 1930.
Großmann, Helene, Beiträge zur Kenntnis der Lebensgemeinschaft zwischen Borkenkäfern und Pilzen. — Zeitschr. f. Parasitenkunde, Bd. 3, 1930.
Haenel, Karl, Unsere heimischen Vögel und ihr Schutz. Mit 62 Abb. u. 18 Tafeln. 3. Aufl. Würzburg, H. Stürtz, 1931. Preis RM 5,50.
Haitinger, M., Ein lichtstarkes Fluoreszenzmikroskop. — Mikrochemie Bd. IX, 1931.
Hamburg, Institut für angewandte Botanik. — Jahresbericht f. d. Zeit vom 1. Jan. bis 31. Dez. 1930. — Herausgegeben von Prof. Dr. G. Bredemann. (Bericht über die Tätigkeit der Abteilung für Pflanzenschutz).
Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl. Herausgegeben von R. Dittler, E. Korschelt, F. Oltmanns, G. Joos, G. Linck, K. Schaum. 1. Lieferung (Bg. 1—8). Jena, G. Fischer, 1931. Preis RM 6.—

Hartmann, **F. K.**, Grundlagen für eine natürliche Waldeinteilung und Waldbehandlung in Mitteleuropa. — Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissensch., 1931.

Hase, Albr., Über Lebensbedingungen, Verhalten und Fruchtbarkeit der tropischen Hauswanze *Cimex rotundatus* Sign. (Hex. rhynch.) in Venezuela. — Zeitschr. f. Parasitenkunde III, 1931.

Hazelhoff, E. H., Proeven omtrent Topboorderbestreijding in Aanplant 1929—30. — Meded. van het Profstat. Java-Suikerindustrie, 1930.

Hazelhoff, E. H., Onderzoekingen omtrent den witten topboorder (*Scirpophaga auriflua* Zell. *var. intacta* Sn.). — Arch. voor de Suikerindustrie in Nederl.-Indië 1931, Nr. 9 (100 Seiten).

Hazelhoff, E. H., Lucht en Water als Milieu van Dierlijk Leven. — Groningen 1931.

Headlee, Thomas J., Report of the Dep. of Entomology of the New Jersey Agr. Exp. Stations (for the Year ending June 30). 1929.

Hecht, O., Über den Wärmesinn der Stechmücken bei der Eiablage. — Riv. di Malariologia IX, 1930.

Heikertinger, Fr., Über das Mimikryproblem und seine Schwesterprobleme. — IV. Intern. Congr. Entom., Ithaka, Vol. II, 1929.

Heikertinger, Fr., The Principle of Continuity in Nomenclature. — Ebenda.

Heikertinger, Fr., Sollen Abberationen benannt werden? — Kol. Rundschau Bd. 15, 1929/30.

Heikertinger, Fr., Internationale Regeln der zoologischen Nomenklatur. — Ebenda Bd. 16, 1930.

Heikertinger, Fr., Die „Koleopterologische Rundschau" und ihre Ziele. — Ebenda, Bd. 16, 1931.

Heikertinger, Fr., *Halticinae*. Catal. Cal. Reg. Palaearticae. Wien 1930.

Heikertinger, Fr., Über „transformative Schutzfärbung" und ihre wissenschaftliche Begründung. — Biol. Zentralbl. 1930.

Heikertinger, Fr., P. Erich Wasmann S. J. †. Ein Nachruf. — Kol. Rundschau Bd. 17, 1931.

Heikertinger, Fr., Otto Leonhard. Ein Nachruf. — Kol. Rundschau Bd. 15, 1930.

Henig, Bluma, Über die Chordotonalorgane der Schmetterlingsraupen. — Zool. Anzeiger Bd. 89, 1930.

Henig, Bluma, Über die Innervierung der niederen Sinnesorgane der Schmetterlingsraupen. Mit 2 Tafeln. — Travaux d. l. Soc. Sc. et Lettres de Vilno. Tome VI, Wilno 1931. (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Herold, W., Land-Isopoden von den Sunda-Inseln. — Arch. Hydrobiol. 1931 (86 Seiten, 193 Abb.).

Hessen, Mitteilungen ehemaliger hessischer Landwirtschaftsschüler. — Pflanzenschutz-Sondernummer. Grünberg i. H. Juli 1931.

Hirsch, G., und **Buchmann, W.**, Der Arbeitsrhythmus der Mitteldarmdrüse von *Astacus leptodactylus*. III. Teil: Ein Oxydoreduktionssystem im Zusammenhang mit der Sekretion. — Zeitschr. f. vergl. Phys., 12. Bd., 1930.

Holland, Verslag over de Werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het Jaar 1929. — Wageningen 1930. (142 Seiten u. 11 Tafeln).

Howardt, L. O., A History af applied Entomology. (Somewhat anecdotal.) 545 Seiten, 51 Tafeln. — Smithson, Misc. Collections, Vol. 84. Washington 1930.

Hubault, E., Invasion de macrolépidoptères dans l'Est de la France. Microorganismes parasites des Insectes. — Intern. Kongress forstl. Versuchsanstalten. Stockholm 1929.

Hulverscheidt, *Lophyrus*-Bekämpfung mit Kontaktgiften in dem Stadtforst Fürstenwalde, Spree. — Der Deutsche Forstwirt 1931 (6. Nov.).

Japan, Insecta Matsumurana. Edited by Prof. S. Matsumura. Vol. 5, Nr. 3 (1931).

Janisch, E., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. II. Über die Mortalität und die Variationsbreite tropischer Insekten in Ceylon usw. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol., 22. Bd., 1931.

Jenčič, S., Über Emulsionen von Obstbaumkarbolineum. — Kolloid-Zeitschr. 1931.

Karny, H. H., Über die Gryllacrinen des Senkenbergischen Museums in Frankfurt a. M. — Abh. Senkenberg, Nat. Ges., Bd. 42, Lief. 5, 1931 (2 Taf., 17 Abb.)

Kaufmann, O., Über das Massenauftreten der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami Pz.*). — 4. Wandervers. Deutsch. Entom., Kiel 1930.

Kaufmann, Otto, Wo wird die Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami Pz.*) im Frühjahr 1931 in Deutschland schädlich auftreten? — D. Deutsch. Zuckerindustrie 1931.

Kaysing, Der harmlose Maikäfer. Neubrandenburg 1931.

Kemner, N. A., Die Termitenfauna von Amboina. 2 Taf. u. 16 Fig. — Lunds Univers. Årsskr. N. F. Avd. 2., Bd. 27, Nr. 13. Lund 1931.

Kemper, H., Beiträge zur Biologie der Bettwanze (*Cimex lectularius* L.). II. Über die Häutung. — Zeitschr. f. Morph. u. Oekol. d. Tiere, 22. Bd., 1931.

Kickhöffel, K. H., Pflanzenschutz und Bienenzucht. Anklam 1931.

Klein, H. Z., Zur Lebensgeschichte und Epidemiologie der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* Oliv. — Anz. f. Schädlingskunde.

Klein, H. Z., Beobachtungen an Nestern von *Messor semirufus* E. André (Hym., Formic.) in Palästina. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1930.

Klimesch, Jos., Aufarbeitung und Heilung von Sturmschäden. — Wien. Allg. Forst- u. Jagdzeitg. 1931.

Körting, A., Weißfedrigkeit an Hafer. — Flugblatt D der Hauptstelle f. Pflanzenschutz Ostpreußen 1930.

Körting, A., Über die Entwicklung der grauen Gerstenminierfliege (*Hydrellia griseola* Fall.) bei verschiedener Ernährung. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1931.

Kofoid, Charles A., Why is there a Termite Problem in California. — Amer. Wood-Preservers Assoc. 1930.

Kofoid Charles A., About Termites and a New University Activity in Cooperation with The Termite Investigation Committee. — The Calif. Monthly 1929.

Kojima, Tosh., Further investigation on the Immature Stages of Some Japanese Cerambycid-beetles, with Notes on their Habits. — Journ. of the College of Agric. Imper. Univers. Tokyo, Vol. XI, 1931.

Konakow, N. N., und **Onissimowa, Z. G.**, Ein Versuch der bei einer Exkursion gewonnenen Charakteristik der Stationen der südlichen Hälfte des Bogutscharer Kreises vom Gouvernement Woronesh U. S. S. R. — Ges. der wiss. Arbeiterschicht für Erforschung der natürl. Erzeugungskräfte des Zentral-Tschernosjem-Gebietes. Bericht B. I, Heft 2. Woronesh 1931.

Kotte, W., Der Pflanzenschutz in der badischen Landwirtschaft. — Bad. Landw. Wochenblatt 1930, Nr. 19.

Kotte, W., Gibt es fliegende Frostspannerweibchen. — Anz. f. Schädlingskunde 1931.

Kramer, O., Die Anwendung neuer Rebschädlingsbekämpfungsmittel in der württembergischen Praxis. — Nachr. f. Schädlingsbekämpfung, 1931.

Krasnjuck, P. I., Materials for study of peas damage by pea weevil *Bruchus pisorum* L. — Bull. Mleew Horticult. Exp. Stat., Nr. 18. Mleew 1929.

Krasnjuk, P. I., To the control of the cabbage root maggot (*Phorbia brassicae* Bouché). Mleew 1931. (Russ. mit engl. Res.)

Kuwana, Inok., The Diaspine Coccidae of Japan VI. Genus *Phenacaspis*, 3 Taf. — Minist. Agric. and Forestry, Japan. Scient Bull. Nr. 2, 1931.

Kuwana, Inok., The genus *Kermes* of Japan. 11 Tafeln. — Ebenda.

Lang, R., Echte und unechte Krümelung und Gare. — Forstw. Centralbl. 1931.

La Technique Agricole internationale. — Revue trimest. d. l. Fédér. intern. des Tech. Agric. I, Nr. 1—2, 1931.

Lebedev, O., und **Savenkov, O.**, Die Bedeutung der Fanggräbenmethode für die Kenntnis der Insektenfauna der Kiefernbestände. —

Lebedev, A., Grundzüge der theoretischen und angewandten Zoologie. Mit 198 Abb. im Text. — Moskau 1931.

Leibbrandt, F., Untersuchungen über die Chemie der arsenhaltigen Schädlingsbekämpfungsmittel I. — Weinbau und Kellerwirtschaft 1930.

Leibbrandt, F., Ein neues Reagenzpapier zur Prüfung von Spritzbrühen auf ihren Kalkgehalt. — Weinbau u. Kellerwirtschaft 1931.

Leitsätze für Schädlingsbekämpfung im Kern- und Steinobstbau. Herausgegeben vom Deutschen Pflanzenschutzdienst. — Neustadt a. H. 1931.

Lemche, H., *Amphidasis betularia* (L.), and its melanic varieties. — Journ. Genetics XXIV, 1931.

Leuthold, Fichtenkulturwald und Massenvermehrung der Nonne. — Tharandter Forstl. Jahrb. 1931.

Light, S. F., A new and more exact method of expressing important specific characters of Termites. — Univ. Cal. Publ. Entom. Vol. 4, Nr. 4, 1927.

Light, S. F., The California Species of the Genus *Amitermes* Silv. (Isopt.). — Univ. Calif. Publ. Entom. Vol. 5, Nr. 9, 1930.

Light, S. F., Notes on Philippinen Termites, IV. — The Philip. Journ. of Science, Vol. 42, 1930.

Light, S. F., Termites and Termite Damage. — Univ. Calif. Agr. Exp. St. Circ. Nr. 314, 1930.

Light, S. F., Randall, M. and **White, F. G.**, Termites and Termite Damage, with preliminary recommandations for prevention and control. — Univ. Calif. Agr. Exp. St. Circ. 318, 1930.

Lüstner, G., Die wichtigsten tierischen Schädlinge der Rosen und ihre Bekämpfung. — Biol. Reichsanstalt, Flugbl. Nr. 115/116, April 1931.

Lüdtke, Max, Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels mosaikkranker und gesunder Tabakpflanzen. — Phytopath. Zeitschr. II, 1930.

Lüdtke, Max, Neue Ergebnisse der Zellwandforschung und ihre Bedeutung für phytopathologische Fragen. — Phytopath. Zeitschr. Bd. 3, Heft 4, 1931.

Lubischew, A. A., Contributions to the methods of estimating losses caused by insect pests (*Cephus pygmaeus* L. and *Harmolita noxiale* Portsch.) — Bull. Plant Protect. Vol. I, Nr. 2, 1931 (155 Seiten, 37 Fig.).

Märkische Bienenzeitung. Festnummer zum 75. Jahresfest des Märkischen Imkerverbandes. — Berlin 1931.

Mahdihassan, S., The first Ecdysis of the Lac insect (Coccid.). — Deutsche Ent. Zeit. 1930.

Mahdihassan, S., M. Pidancés Report on Lac-Refining. — Hyderabad 1930.

Mahdihassan, S., The Symbiotes of some important lac insects. — Arch. f. Psotistenkunde, 73. Bd., 1931.

Malenotti, Ettose, Kurzes Referat über die Unschädlichkeit des rotköpfigen Eschenbohrers an den Reben in Italien (*Plagitmesus erythrocephalus* F.).

Malenotti, Ett., L'esca al fosfuro contro le grillotalpe alla prova in tutta Italia. — Ann. Accad. Agric. Torino 1930.

Malenotti, Ett., Sulla finozza del fosfuro di zinco. — Il Colivatore 1931.

Malenotti, Ett., L'ernia strozzata del frumento. — Giorn. Agric. della Domenica 1931.

Malenotti, Ett., Osservazioni sui rapporti fra *Diaspis pentagona* Targ. e *Prospaltella berlesei* Hon. — Atti Acc. agr. scienze e lettere Verona 1931.

Malenotti, Ett., Le polvere arsenicali contro il Bombice dispari. — Fascicolo di Marzo 1931.

Malenotti, Ett., La lotta contro la piralide del mais resa obligatoria in sei province adriatiche. — Giorn. Agr. Demenica 1931.

Malenotti, Ett., Istruzioni pratiche per la lotta contro le grillotalpe. – Osserv. fitopath. Verona 1931.

Marcus, Benno A., Untersuchungen über die Malpighischen Gefäße bei Käfern. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 19. Bd., 1930 (67 S., 49 Abb.).

Marcus, Ernst, Materialbeschaffung, Lebendbeobachtung und Haltung von Tardigraden. — Handb. biol. Arbeitsmethod. Abt. IX, Teil 7, Heft 1 (1931).

Martini, E., Zwei entomo-medizinische Probleme in der wirtschaftlichen Zukunft Afrikas. 4. Wandervers. — Deutscher Entom. 1930.

Martini, E., Spring Malaria. Convincing observations by Bergmann before the time of Laueran. — Riv. di Malarialogia X, 1931.

Martini, E, Die Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis*. — Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 35, 1931.

Martini, E., Über *Anopheles bifurcatus* und *algeriensis*. — Anz. f. Schädlingskunde VII, 1931.

Martini, E., *Dixa*-Larven der deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. — Arch. f. Hydrobiologie 1931.

Martini, E., Zwei Malariafälle. Langfristige Inkubation und langfristiges Rezidiv. — Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene Bd. 35, 1931.

Martini, E., Missiroli A., u. **Hackelett, L. W.**, Versuche zum Rasseproblem des *Anopheles maculipennis*. — Ebenda.

Matsumura, S., Insecta Matsumurana. — Vol. V, Nr. 1 u. 2, 1930.

May, Ed., Die Forleneulenbekämpfung in dem sächsischen Staatsforst Markersbach. — Silva 1931.

Meier, Kurt, Bericht der Eidgenössischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil für die Jahre 1924—1928. — Bern 1930.

Menozzi, C., Revisione del Genere *Epimyrma* Em. (Hym. Form.) e descrizione di una specie inedita di questo genere. — Mem. Soc. Ent. Ital. X. 1931.

Miller, J. M., High and low lethal temperatures for the western Pine Beetle. — Journ. Agr. Res. Vol. 43, Nr. 4, 1931.

Mississippi, The Quarterly Bulletin of State Plante Board of Mississippi Vol. 10, Nr. 3 u. 4; Vol. 11, Nr. 1 (1931).

Mississippi, The Quarterly Bulletin of the State Plant Board of M. Vol. X, Nr. 4 (1931); Vol. XI, Nr. 1—3.

Mithat, Ali, Süme Haşeresi Hakkinda Rapor. Istambul 1931. (Türkische Übersetzung von W. Zwölfers *Eurygaster*-Arbeit).

Mokrzecki, Z., Heumotte (*Ephestia elutella* Hb.) ein großer Schädling des Rohtabaks in den Speichern, ihre Biologie und Bekämpfungsmittel. Warschau 1931. (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Morgenthaler, O., Ein Versuchs-Bienenstand für Milbenkrankheit im Berner Seeland und einige dort gewonnene Ergebnisse. — Schweiz. Bienenzeitung 1930.

Morgenthaler, O., Obstbaumbespritzung und Bienenzucht. — Schweiz. Bienenzeitung 1931.

Morgenthaler, O., Das „Hobeln" der Bienen. — Ebenda.

Morgenthaler, O., Bienenkrankheiten im Jahre 1930. — Ebenda.

Morstatt, H., Über die Notwendigkeit, den Umfang wissenschaftlicher Veröffentlichungen einzuschränken. — Die Naturwissenschaften 1931, Heft 48.

Muesebeck, C. F. W., *Monodontomerus aereus* Walk., both a primary and secondary Parasite of the Brown-Tail Moth and the Gipsy Moth. — Journ Agr. Res. Vol. 43, Nr. 5, 1931.

Müller, K., Phänologie und Pflanzenschutz im Weinbau. — Weinbau u. Kellerwirtschaft 1930.

Müller, K., Leitsätze für die Rebschädlingsbekämpfung. — Karlsruhe, Deutscher Weinbauverband, 1921.

Müller, K., X. Jahresbericht des Badischen Weinbauinstitutes in Freiburg i. Br. 1931.

Müller, K., 10 Jahre Badisches Weinbauinstitut in Freiburg i. Br. (90 Seiten mit 40 Textabb.) Freiburg 1931

Müller, K., Weinbaustudienreisen nach Frankreich und Algier. — Weinbau und Kellerwirtschaft 1931.

Müller, K. M., Neue Wege der Holzverwertung? Synthetisches Nutzholz. — Silva 1931.

New Jersey. — Report of the Department of Entomology of the N. J. State Agr. Exp. Stat. For the year ending June 1930. By Thomas J. Headlee, 1931.

Noll Josef, Untersuchungen über die Staatenbildung des *Halictus malachurus* Kirby. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 23. Bd., 1931.

Nominé, H., L'óeuvre de J. J. Kieffer (1857—1926). — Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle 1929.

Pandazis, G., Die Gehirnzentren bei biologisch verschiedenen Ameisenarten. — Fortschritte u. Forschungen 1930.

Pandazis, G., Zur Frage der Bakteriensymbiose bei Oligochaeten. — Zentrbl. Bakt. Parasitenkunde, I. Abtl. 1931.

Parker, H. L., *Macrocentrus gifuensis* Ashm., a polyembryonid Braconid Parasite in the European Corn Borer. — U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. No. 230, 1931.

Pawlowsky, E. N., Sammeln, Züchtung und Untersuchung von Zecken. — Handb. biol. Arbeitsmeth. Abtl. IX, Teil 7, Heft 1 (1931).

Peska, W., Beobachtungen über die Biologie der räuberischen Wanze *Anthocoris nemorum* L. mit 4 Tafeln. — Bydgoscz 1931.

Pfeffer, Ant, Zaviječ modřinový *Enarmonia (Epinotia, Steganoptycha) diniana* Gn. (*pinicolana* Z.) — Lesn. práce. roč. IX, 1930.

Pjatakova, V. L., To the biology of the Case-Bearers (*Coleophorae*) of Fruit-Trees. — Mleew 1931. (Russ. mit engl. Res.)

Racięcka, Marja, Die Trichopteren des nordöstlichen Polen, insbesondere der Umgebung von Wilno und Troki. Mit 1 Tafel. — Travaux d. l. Soc. Sc. et Lettres de Vilno 1931.

Regan, W. S., Results of insecticide Tests for the Control of Codling Moth. — Calif. Spray-Chem. Comp. Berkeley 1930.

Rekk, H. F., Works with paradichlorbenzen during the summer 1929, in reference to young fruittrees. — Bull. Mleew Hortic. Exp. Stat. Nr. 27. Mleew 1930.

Richardson, Ch. H., and **Haas, L. H.**, The Toxicity of acid lead arsenate to the larva of the Colorado Potato Beetle. — Journ. Ent. Vol. 24, 1931.

Richmart, Hans, Praktische Anleitung zum erfolgreichen Seidenanbau. 14. Auflage. — Dessau (M. Salzmann) 1928.

Rimsky-Korsakow, M., Bestimmungstabelle der Beschädigungen der Bäume und Sträucher. — Moskau 1931.

Ripper, W. E., Über blattminierende Tenthrediniden-Larven an Birken. — Zeitschr. f. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz 1931.

Ris, F, Jahreszeitenformen einheimischer Tagfalter. — Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, Heft IX, 1929/30.

Roepke, W., De „Nachfrass" van den Berkenspintkever. 1931.

Rösch, G. A., Eine bienenkundliche Reise durch Sowjetrußland. — Neumünster in Holstein (K. Wachholz Verlag) 1931.

Roark, R. C., Publications of the Insecticide Division. — (A complete List from Juli 1. 1927 to Dez. 31, 1930.)

Roark, R. C., Review of U. S. Patents relating to Pest Controll. — U. S. Dep. Agr. Vol. 3, Nr. 11 u. 12, 1930 u. Vol. 4, Nr. 1—12, 1931.

Roark, R. C., Excerpts from consular correspondence relating to insecticidal and fish-poison plants. — U. S. Dep. Agr. Bureau of Chem. and Soils. 1931.

Roark, R. C., Publications of Insecticide Division. — Ebenda 1931.

Roark, R. C., An index of Patented Mothproofing Materials. 1931.

Roark, R. C., and **Keenan, G. L.**, Plants reputed to have insecticidal value. — U. S. Dep. Agr. Bureau of Chem. and Soils. 1931.

Rostrup, S., und **Thomsen, M.**, Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Aus dem Dänischen übersetzt von H. Bremer und R. Langenbuch. Mit 236 Abb. — Berlin, Paul Parey, 1931. Preis geb. RM 18,—.

Rubner, K., Bestandesklima und Verjüngungsverfahren. — Sudetendeutsche Forst- und Jagdztg. 1930.

Rubner, K., Beiträge zur Verbreitung und waldbaulichen Behandlung der Lärche. — Mitt. sächs. Forstl. Versuchsanstalt 1931.

Rumreich, A., Dyer, R. E., and **Badger, L. F.**, The Typhus-Rocky Mountain spotted fever group. — U. S. Treas. Dep. Washington 1931.

Rupp, H., Beobachtungen über die Kräuselkrankheit der Reben im Jahre 1930. — Nachr. über Schädlingsbekämpfung 1931.

Russkoff, M. D., Beitrag zum Studium der Biologie und Ökologie des Pinienprozessionsspinners *(Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) in Bulgarien. — Jahrb. Univers. Sofia, Bd. VIII, 1929/30.

Schaffnit, E., Institut für Pflanzenkrankheiten. — Aus: Jahresber. Landw. Hochschule Bonn-Poppelsdorf v. 1. April 1930 bis 31. März 1931.

Schaffnitt, E., und **Müller, W.**, Wechselseitige Virusübertragungen innerhalb der Familie der Solanaceen. Mit 19 Textabb. — Phytopath. Zeitschr. III, 1931.

Schedl, Karl E., Morphology of the Bark-Beetles of the genus *Gnathotrichus* Eichh. — Smithson. Misc. Collect. vol. 82, Nr. 10, 1931 (88 Seiten, 40 Fig.).

Schimitschek, Erwin, Die Bedeutung der Entwicklungsdauer und der Mortalitätsdiagramme für die Prognose von Insektenmassenvermehrungen. — Sudetendeutsche Forst- u. Jagdzeitung 1931.

Schimitschek, Erwin, Beobachtungen bei dem Auftreten und der Bekämpfung der Kiefernеule, *Panolis flammea* Schiff., in Nieder-Österreich 1930 und 1931. — Centralbl. f. d. ges. Forstw., Heft 11 u. 12.

Schmidt, M., Schädliche Spinnerraupen an Garten-, Park- und Straßenbäumen. — Biol. Reichsanstalt, Flugblatt Nr. 6, 1931.

Schmidt, W., Zur Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers. — Silva 1931.

Schnack, Friedrich, Auf ferner Insel. Glückliche Zeiten in Madagaskar. (Mit 69 Abb.) — Berlin, Dietrich Reimer. Preis RM 6,—.

Schneider-Orelli, O., Dr. Friedrich Ris (1867—1931). — Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1931. (Mit 1 Portrait.)

Schotte, H, Forstschädlingsbekämpfung mittels Flugzeug und Motorpulverstäuber durch „Meritol". — Ergebnisse d. Agrikulturchemie, Bd. II, 1930.

Schuberg, A., Zur Bekämpfung der Dasselplage. — Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1930.

Schütze, K. T., und **Roman, A.**, Schlupfwespen. „Isis Budissina," Bd. 12. — Bautzen 1931.

Schütze, K. T., Die Biologie der Kleinschmetterlinge. — Frankfurt a. M., Intern. Entom. Verein, 1931 (234 Seiten), Preis RM 18,—.

Schwerdtfeger, F., Das Ende des Kiefernspannerfraßes in der Letzlinger Heide. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1931.

Schwerdtfeger, F., Kritische Bemerkungen zu der Abhandlung von Dr Borchers und Dr. May: Erfahrungen bei der Arsenbekämpfung des Kiefernspanners in biologischer und technischer Hinsicht. — Forstw. Centralbl. 1931.

Shepard, H. H., and **Richardson, C. H.**, A Methode of determining the relative toxicity of contact insecticides, with especial reference to the action of Nicotine against *Aphis rumicis*. — Journ. Ec. Ent. 1931.

Skwarra, El, Ameisen und Ameisenpflanzen im Staate Veracruz (Mexiko). — 4. Wandervers. Deutsch. Entom. Kiel 1930.

Solf, Viktor, Reizphysiologische Untersuchungen an Orthopterenmuskulatur. — Zoolog. Jahrbücher. Abt. f. allg. Zoologie u. Physiologie. Bd. 50, 1931 (89 Seiten, 50 Abb.).

Sprengel, L., Stand der Kenntnisse über die biologische Bekämpfung der Blutlaus (*Eriosoma lanigera* Hausm.) mit *Aphelinus mali* Hald. in Europa. — Die Gartenbauwissenschaft, Bd. 4, Heft 1 (1930).

Sprengel, L., Die Beobachtung des Mottenfluges durch Fanggläser und ihre Bedeutung für die Bekämpfung des Traubenwicklers. — Neustadt 1931.

Sprengel, L., Die Pflaumensägewespen und ihre Bekämpfung. — Biol. R.-A. Flugblatt Nr. 114, 1931.

Sprengel, L., Die Kirschfliege. — Neue Obst- u. Gemüsebau-Ztg. 1931.

Staehelin, M., Les vers nématodes parasites des plantes horticoles et maraîchères. — An. agr. Suisse 1931.

Stellwaag, Fr., Physiologische Wertbestimmung der von Leibbrandt bearbeiteten Grünpräparate. — Weinbau u. Kellerwirtschaft IX, 1930.

Stellwaag, Fr., Die Milbenkräuselkrankheit des Rebstockes in ihrer Differenzialdiagnose gegenüber ähnlichen Schäden im Weinbaugebiet der Rheinpfalz. — Anz. f. Schädlingskunde 1931.

Stellwaag, F., Die Milben- oder Kräuselkrankheit der Rebe und ihre Bekämpfung. — Biol. R. A. Flugbl. Nr. 102, 1931.

Stellwaag, Fr., Auftreten und Bekämpfung der Milben- oder Kräuselkrankheit der Reben in der Pfalz 1931. — Der Deutsche Weinbau, X, 1931, Nr. 26.

Stellwaag, Fr., Die Zoologische Station der staatlichen Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. d. Haardt. — Forschungsinstitute, ihre Geschichte, Organisation u. Ziele, 1931.

Stellwaag, Fr., Zwiebelschädlinge in der Südpfalz. — „Winzer u. Bauer" (4. Juli 1931).

Stiles, C. W., and **Collins, B. J.**, *Ctenocephalides*, new genus of fleas, type *Pulex canis*. — Publ. Health Rep. Vol. 45, 1930.

Stiles, C. W., and **Nolan, M. O.**, Key Catalogue of Parasites reported for Chiroptera (Bats) with their possible public health importance. — U. S. Treas. Dep. Nat. Inst. of Health Bull. 155, 1930.

Stiles, C. W., Decrease of Hookworme disease in the United States. — Publ. Health Reports Vol. 45, Nr. 31, 1931.

Stiles, C. W., Is an international Zoological nomenclature practicable? — Science 1931 (April 3).

Sureya, M., et **Hovasse**, Les ennemies des pins aux Iles des Princes. — Istambul 1931.

Suter, P., Untersuchung über den Entwicklungsgang und Bekämpfung unserer Obstbaumschildläuse. — Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau 1931.

Takahashi, R., Some *Coccidae* of Formosa. — Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, Vol. XXI, Nr. 112, 1931.

Takahashi, R., Aphididae of Formosa. — Part 6. Dep. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan, Report Nr. 53, 1931 (127 Seit.).

Termiten siehe Californien.

Thiem, H., Zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung bei Pflanzen. — D. Gartenbauwissenschaft 1931.

Thienemann, Aug., Der Produktionsbegriff in der Biologie. — Arch. f. Hydrobiol. 1931.

Tierwelt Deutschlands, Die, 23. Teil. Spinnentiere oder Arachnoidea. VI: Dahl, Maria, *Agelenidae*. (Mit 76 Abbild.); Wiehle, Herm., *Araneidae*. (Mit 218 Abbild.). — Jena, Gustav Fischer, 1931. Preis RM. 12,—.

Titschack, E., Keratinverdauung bei steriler Mottenaufzucht. — Zool. Anz. Bd. 93, 1931.

Titschack, E., Die Copeognatha, Megaloptera, Neuoptera und Mecoptera der näheren und weiteren Umgebung Hamburgs. — Ver. f. nat. Heimatforschung zu Hamburg 1929. Bd. XXI.

Titschack, E., Zur Klärung des Wachstums, des Nahrungsverbrauchs und der Eiproduktion bei Insekten. — Forschungen und Fortschritte 1930, Nr. 32.

Thomsen, Mathias, *Tortrix rufimitrana* en for Danmark ny Aedelgranfjende. — Dansk. Skovfor. Tidsskr. 1930.

Torka, V., Ichneumoniden Oberschlesiens. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1930 u. 1931.

Travis, B. V., and **Becker, C. C.**, A Preliminray Report on Intestinal Protozoa of white grubs (Phyllophaga spp. — Cal.). Iowa State Coll. Journ. Sc. Vol. V, 1931

Trägårdh, Ivar, Studies on the Galleries of the Bark-Beetlees. — Bull. Ent. Res. XXI, Dez. 1930.

Trägårdh, Ivar, Studien über die Gänge der Borkenkäfer. — Verhandl. D. Ges. f. ang. Entomol. 1931.

Tsai, Pang-hwa, Deskription of three New Species of Acridiids from China, whit a List of the Species hitherto recorded. — Journ. Coll. Agric. Imp. Univers. Tokyo. Vol. X, 1929.

Tsai, Pang-hwa, Zwei neue Oxya-Arten aus China (Orth. Acid.). — Mitteil. Zool. Museum Berlin, 17. Bd., 1931.

Tubeuf, C. v., Schutz vor der Einschleppung von Nadelholzschädlingen mit den Samen. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1930.

Tuxen, S. L., Monographie der Proturen. I. Morphologie nebst Bemerkungen über Systematik und Ökologie. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 22. Bd., 1931.

Vietinghoff, A. v., Die Gründung der Neschwitzer Vogelschutzstation des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz. „Isis Buddissima," Bd. 12. — Bautzen 1931.

Vliet, J. Ij. van, Eschenkankers en hun bouw. 1931.

Voelkel, Berichte und Versuche über Entwicklung und Bau eines Streuapparates für das reichseigene Flugzeug (Caspar C. 32). — Mitt. Biol. Reichsanstalt, Heft 42, 1931.

Völker, Kiefernspanner und Motorverstäuber. — Deutscher Förster 1931, Nr. 3 und 4, 1931.

Volk, A., Einflüsse des Bodens, der Luft und des Lichtes auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Krankheiten. — Phytopath. Zeitschr. III, 1931.

Wahl, Bruno, Bericht über die Tätigkeit der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien im Jahr 1926. — Wien 1931.

Weber, H., Die Lebensgeschichte von *Ectopsocus parvulus* (Kolbe 1882). Ein Beitrag zur Kenntnis der einheimischen Copeognathen. — Zeitschr. f. wiss. Zool., 1931 (138. Bd.).

Weber, H., Lebensweise und Umweltbeziehungen von *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Homoptera-Aleurodina). — Zeitschr. f. Morph. u. Ökologie der Tiere, 23. Bd., 1931 (180 S. u. 59 Abb.).

Weber, H., Hemiptera. In: Biologie der Tiere Deutschlands. Lieferung 34. Teil 31. — Berlin (Gebr. Borntraeger) 1931.

Weckesser, Die wichtigsten Bestimmungen der Reblausgesetzgebung. — Weinbau und Kellerwirtschaft 1931.

Werder, Aug. O., Beitrag zur Kenntnis der Aphiden-Fauna von Basel und Umgebung. — Verh. Naturf.-Ges. XLII. (1931) (98 S., 34 Fig.).

Werth, E., Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1928. — Mitt. Biol. Reichs-Anstalt. April 1931.

Weyer, Fritz, Das Problem der Kastendifferenzierung bei den Termiten. Biol. Zentralblatt 1931.

Wheeler, W. M., New and little known ants of the genera *Macromischa*, *Croesomyrmex* and *Antillaemyrmex*. — Bull. Mus. Comp. Zool. Havard. LXXII, Nr. 1, 1931.

Wilcoxon, Frank, and **Hartzell, Albert**, Some Faktors affecting the efficiency of contact insecticides I. Surface forces as related to wetting and tracheal penetration. — Contrib. Boyce Thompson Institute, Vol. 3, 1931.

Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. (I. Dargestellt an *Lymantria monacha* L., *Ips typographus* L. und *Hylurgops glabratus* Zett.) — Arb. Biol. R.-A. XVIII, Heft 5, 1931.

Wille, J., Insectos perjudiciales, que atacan a las Papas en el Peru. — Lima 1929.

Wille, J., La mosca de la Fruta (*Anastrepha Fraterculus* Wied.) — Republica del Peru. 1931. (Wandtafel nach Art der Schädlingstafeln d. D. Ges. f. ang. Ent.)
Wille, J., Combata la plaga del gusano de los olivos! *(Margaronia quadristigmalis* Guen. Lep. Pyralid.) — Repubica del Peru. (Wandtafel)
Wolf, E., Sehschärfeprüfung an Bienen im Freilandversuch. — Zeitschr. f. vergl. Phys. 1931.
Winterhalter, W., Über Langwanzen an Fichtenrinde. — Schweiz. Zeit. f. Forstw. 1931.
Zunker, M., Die Mallophagen der Haustiere. — Arch. f. Tierheilkunde 1930.
Zweigelt, Fr., Pflanzenläuse im Obstbau. 1930.
Zweigelt Fr, Anpassung und Spezialisation, Rassenbildung und Immunität. — „Weinland" 1930.
Zweigelt, Fr., Die Ertragshybriden und ihre Bedeutung für den europäischen Weinbau. — Intern. Landw. Rundschau I. Teil, Nr. 3, 1930.
Zweigelt, Fr., 50 Jahre Berner Reblauskonvention. — Das Weinland Nr. 11, 1931.
Zweigelt, Fr., Kritische Betrachtungen zur Phänologie im Weinbau. — Ebenda Nr. 5, 1931.
Zweigelt, Fr., Rebenhochzuchtregister für Österreich. — Das Weinland Nr. 1, 1931.

Band XIX, Heft 3.

Originalaufsätze.

Beiträge zur Kenntnis von Lyctus linearis Goeze.

Von

Toshibumi Kojima.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.)

(Mit 17 Abbildungen.)

Die Zerstörung von Holz durch *Lyctus*-Arten, insbesondere bei verarbeitetem Holz, wird wegen des großen Verlustes und der Schwierigkeit bei der Bekämpfung in allen Erdteilen als eine sehr unangenehme Insektenplage betrachtet. Die von diesen Tieren befallenen Möbel, Hauseinrichtungen und andere wertvolle Holzwaren, selbstverständlich auch Materialholz, werden gänzlich zerstört, da sich die Beschädigung so weit fortsetzt, bis das Holz vollständig zu Pulver zusammengefressen ist.

Arbeiten über die europäische Art *Lyctus linearis* Goeze (*canaliculatus* F.) sind bisher sehr wenig bekannt. Erst Nördlinger (1855 und 1862) hat Beobachtungen über die Biologie und die Schäden bei verschiedenen Holzarten gemacht, dann hat Kaltenbach (1874) einen nur kurzen Bericht über den Schaden bei einigen Holzarten gegeben. Perris (1876) beschrieb Larve und Puppe, aber die Beschreibung kann sich nach meiner Feststellung kaum auf *L. linearis* beziehen. Munro (1915) gibt in seiner Studie der Larve von *Lyctus brunneus* auch einige kurze Hinweise zur Morphologie der *L. linearis*-Larve, die sich im wesentlichen mit meinen Beobachtungen decken. Komárek (1926) beschrieb nach Beobachtungen bei Parkettbodenzerstörung die Lebensweise der Käfer und die Merkmale der daraus entstehenden Schäden. Anatomisch wurde von Sharp und Muir (1912) der männliche Begattungsapparat erforscht und von Altson (1924) in seiner Arbeit über die Genitalsysteme von *L. brunneus* ganz kurz auch über diejenigen des *L. linearis* berichtet, doch weichen die Angaben in einigen Punkten von meinen Befunden ab. Fisher (1928) publizierte eine Reihe von Versuchen und Beobachtungen über die Biologie und über die Bekämpfung durch Hitze von 4 in England auftretenden

Arten, hauptsächlich *L. brunneus*, dann auch *linearis*, *parallelopipedus*, *planicollis*, aber er unterschied meistenteils die einzelnen Arten bei Beobachtungen nicht genügend.

Es fehlt also eine spezielle eingehendere Arbeit über *L. linearis*, die zur Grundlage der Bekämpfung dringend gewünscht wird, und so soll meine Arbeit dazu dienen, diese Lücke auszufüllen. Es wird in derselben die Morphologie der unerwachsenen Stadien, ferner die Anatomie des Larvendarmkanals und der Geschlechtsorgane dieser Käfer dargestellt, ferner auch die Biologie, wobei auch der Einfluß der Lufttemperatur auf die Lebensdauer und die Eiablage der Käfer berücksichtigt ist.

Die Arbeit wurde im Institut für angewandte Zoologie der Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt, München, ausgeführt. Mein sehr verehrter Lehrer, Herr Geheimrat Prof. Dr. K. Escherich und Herr Privatdozent Dr. Zwölfer haben mich während der Arbeit mit ihren wertvollen Belehrungen und Ratschlägen unterstützt, wofür ich auch hier verbindlichst danken möchte. Auch den Herren Dr. Ferrière (London) und Dr. W. Horn (Berlin-Dahlem) habe ich zu danken für die liebenswürdige Unterstützung bei der Bestimmung der von mir gezogenen Parasiten und Räuber.

Das Ei.

Das Ei ist weiß, sehr weich und zerbrechlich, länglich, beinahe bisquittförmig, mit konvexen Seiten. Das Vorderende ist kopfartig verdickt, mit zahlreichen feinen Längsstreifen gezeichnet und mit einem dünnen, stielartigen Fortsatz versehen (Abb. 1). Der Hinterteil endet etwas verjüngt; der eingeschnürte Teil hinter dem dickeren Vorderteil zeigt Querrunzelung. Das Ei ist 0,8 mm lang ohne den Fortsatz und 0,18—0,2 mm breit im Vorderteil, der Fortsatz ist ca. 0,2 mm lang.

Nach Snyder (1916) beschrieb Xambeu (1896) das *L. linearis*-Ei, ohne den Fortsatz und die Längsstreifen anzugeben. Nach den Abbildungen Snyders von der amerikanischen Art *L. planicollis* und Altsons (1923) von *L. brunneus* und den Photographien Fishers (1928) von *L. brunneus* sind die Eier der oben genannten beiden Arten denjenigen von *L. linearis* sehr ähnlich. Das Ei von *L. linearis* unterscheidet sich jedoch von den beiden andern dadurch, daß der Vorderteil bei dieser Art merklich erweitert ist, während derselbe bei den andern beinahe parallelseitig ist.

Erste Larve. (Abb. 2.)

Die erste Larve ist 0,6 mm lang und 0,2 mm breit und ist der erwachsenen Larve ähnlich, von der sie sich aber in folgenden Punkten unterscheidet: der Kopf ist kurz, die Länge der Kopfkapsel verhält sich zur Breite wie 0,8 : 1. Er sieht von oben mit den Mundteilen beinahe kreisrund aus. Die Maxillarpalpen sind eingliedrig und annähernd zylinderförmig. Die Antennen (Abb. 2 B) sind sehr klein und zurückgezogen, bestehen aus drei Teilen, einer kurzen Basis (1. Glied) und aus zwei daraufsitzenden Gliedern, einem dorsalen (Abb. 2 B 2) und einem ventralen

(Abb. 2 B g a); das dorsale Glied ist das richtige 2. Antennenglied; es ist zweimal so dick als das ventrale, ebenso lang als breit und an der Spitze mit einem winzigen Fortsatz (Abb. 2 B a) (wahrscheinlich reduziertem 3. Glied) versehen; außerdem zeigt es im oberen Drittel eine Sinnespore; das ventrale Nebenglied ist länger als das dorsale, zylindrisch, beinahe zweimal so lang als breit und an der Spitze abgerundet.

Die Beine sind sehr klein, eingliedrig, papillenförmig, fleischig und an der Spitze mit 2—3 Borsten versehen, die Vorderbeine sind etwas

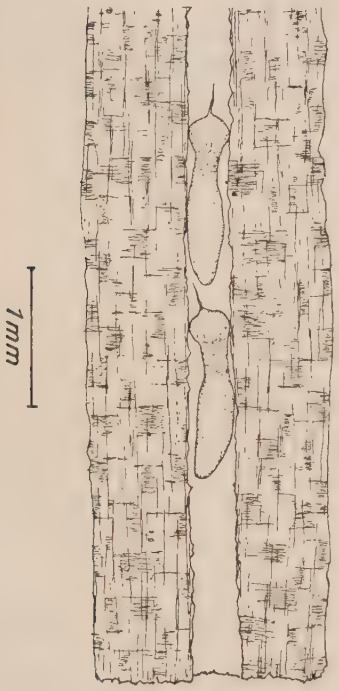


Abb. 1. Eier von *Lyctus linearis* in einem Gefäß des Holzes.

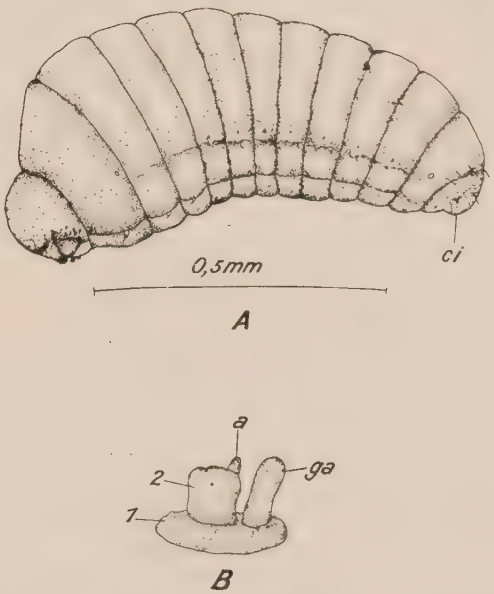


Abb. 2. *A* Erste Larve von *Lyctus linearis*. *ci* = chitinöser Fortsatz im 9. Abdominalsegment. *B* Die Antenne der ersten Larve. *1* = 1. Glied, *2* = 2. Glied, *a* = Fortsatz, *ga* = Nebenglied.

größer als die Mittel- und Hinterbeine. Das 9. Abdominalsegment ist auf der Oberseite rauh skulptiert und mit einem Paar kleiner stark chitinisierter spitziger Fortsätze versehen, die wahrscheinlich beim Auskriechen aus dem Ei gebraucht werden.

Erwachsene Larve. (Abb. 3.)

Die erwachsene Larve ist fleischig, gelbweiß, stark gekrümmt und nur am Kopf stärker chitinisiert. Die Länge erreicht 4,8 mm und die Breite 1,6 mm.

Der Kopf (Abb. 4) ist länglich; Längen- und Breitenverhältnis der Kopfkapsel 1 : 0,9, queroval im Querschnitt. Die Quernaht, die die Stirn

vom Clypeus trennt, ist ziemlich stark ausgeschnitten; hinter dieser Naht, auf der Stirnregion, befindet sich ein Querband von feinen chitinösen Borsten. Die Region der Mandibelgelenke ist stark chitinisiert. Das Foramen occipitale ist länglich oval. Augen sind nicht vorhanden. Die Antennen sind im Gegensatz zur Junglarve sehr gut entwickelt, viergliedrig; das 1. Glied ist häutig und breiter als lang, das 2. schwach chitinisiert, zylindrisch, beinahe gleich in Länge und Breite und mit ca. 7 längeren Borsten und einer runden Sinnespore versehen; das 3. Glied ist deutlich chitinisiert, über zweimal so lang als breit und mit 5 Borsten, 1 Sinnespore und 2 Sinneskegeln versehen; das 4. Glied ist winzig, stumpf kegelförmig und liegt versteckt an der äußeren Seite des 3. Gliedes, so daß es nur bei stärkerer mikroskopischer Vergrößerung erkannt werden kann. Die bei

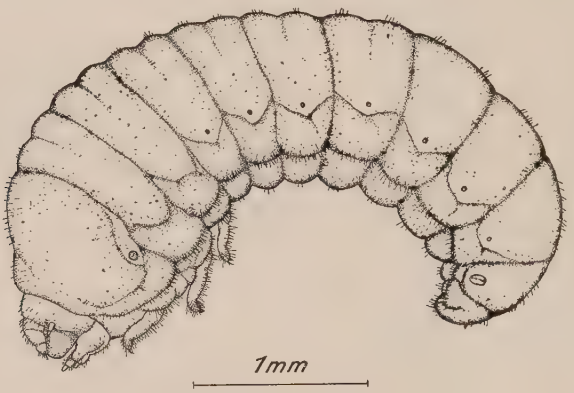


Abb. 3. Erwachsene Larve.

Munro (1915) in seiner Abbildung gegebene Darstellung entspricht nicht ganz den richtigen Verhältnissen.

Die Mandibeln sind sehr kräftig, dunkelbraun, an der Basis gelblich und jede ist in der Gelenkgegend mit zwei kräftigen Borsten versehen. Die Schneide ist an ihrem Innenrand vorgebogen und endet in einer scharfen Spitze. In der basalen Hälfte des Innenrandes befindet sich ein großer, etwa ovaler häutiger und durchsichtiger Fortsatz, der eine große Wand bildet (Abb. 5 A d f). Die innere und obere Ecke der Basis ist in einen eigentümlichen großen Fortsatz ausgestreckt. Derselbe ist stark chitinisiert und besteht aus zwei Teilen, von denen der eine rauh skulptiert ist, während der andere mit einem großen Bündel von dichten, starken Borsten besetzt ist (Abb. 4 C b f). Dieser Fortsatz bildet ein Gelenk mit dem hinteren Teil des Epipharynx, steht zugleich im nahen Zusammenhang mit dem Hypopharynx (Abb. 4 D) und beteiligt sich an der Bildung eines Mahlapparates, worauf ich später noch näher eingehen werde. Das Labrum ist deutlich, in der hinteren Hälfte stark chitinisiert, schwach dreilappig und mit dichten starken Borsten an dem Vorderrand besetzt;

an der Unterseite der Basis ist jederseits ein starker nach hinten gebogener hakenartiger Fortsatz vorhanden, wohl als Stütze für den Epipharynx. Der Clypeus ist durch ein stark chitinisiertes und in der Mitte unterbrochenes Band in 2 Hälften geteilt und sowohl in der vorderen als in der hinteren Hälfte mit Borsten besetzt.

Die Maxillen sind häutig; die Palpen sind dreigliedrig. Das 1. Glied ist zum größten Teil häutig, so lang als breit und mit Borsten besetzt,

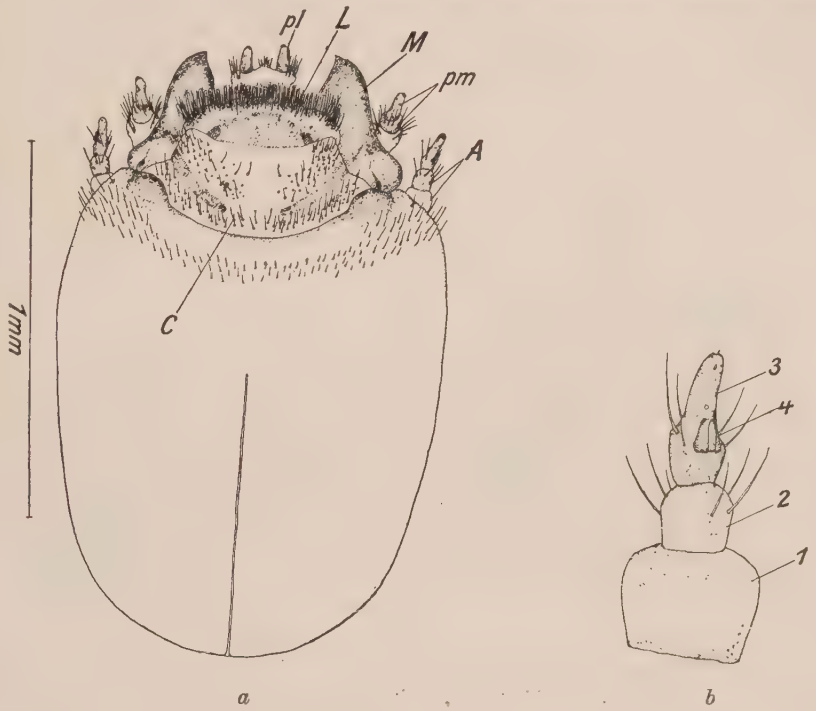


Abb. 4. *a*) Der Kopf der erwachsenen Larve in dorsaler Lage. *A* Antenne, *C* Clypeus, *L* Labrum, *M* Mandibel. *pl* Labialpalpus, *pm* Maxillarpalpus. — *b*) Rechte Antenne der erwachsenen Larve in der Dorsallage. *1*, *2*, *3*, *4* = 1., 2., 3., 4. Glied.

besonders vor der Spitze, das 2. Glied stark chitinisiert, ebenfalls mit langen Borsten besetzt und das 3. viel länger als breit, nach der Spitze verengt, mit einer Sinnespore im hinteren Teil und zahlreichen Sinneskegeln an der Spitze. Die beiden Laden sind zu einer einheitlichen Lacinia verwachsen, deren Innenrand (vermutlich Lobus internus) stärker chitinisiert ist und am Vorderrande neben zahlreichen Borsten mit einem großen klauenartigen Gebilde besetzt ist. Der äußere weitaus größere Teil der Lacinia (der wohl dem Lobus externus entspricht) ist am Vorderrand mit einem dichten Borstenbesatz versehen. Die Stipes sind ebenfalls häutig und mit Borsten besetzt. Die Cardo, welche Stipes und Submentum verbindet, ist flach dreieckig. Die Labialpalpi sind eingliedrig und sitzen auf dem

häutigen Prementum; sie sind kürzer als das Endglied der Maxillarpalpen, denen sie im Bau ähnlich sind. Das Prementum ist im Vorderteil mit Borsten versehen und zwischen den Palpen schwach zu einer Ligula vorgezogen. Mentum und Submentum sind deutlich begrenzt, häutig und stellenweise mit Borsten besetzt (Abb. 6). Der Hypopharynx (Abb. 5 B, H_1 und H_2) ist stark entwickelt und besteht aus einem kleinen Teil (H_1) und einem sich daran anschließenden aus großen zungenartigen Auswüchsen bestehenden Teil. Der erstere ist mit vielen Borsten besetzt, und in der Mitte befinden sich in einer Reihe stehend zwei konische Fortsätze und zwei Sinnesporen, die wohl als Geschmacksorgane zu betrachten sind. Der letztere zungenförmige Teil ist viel größer und am Vorderrand chitinisiert,

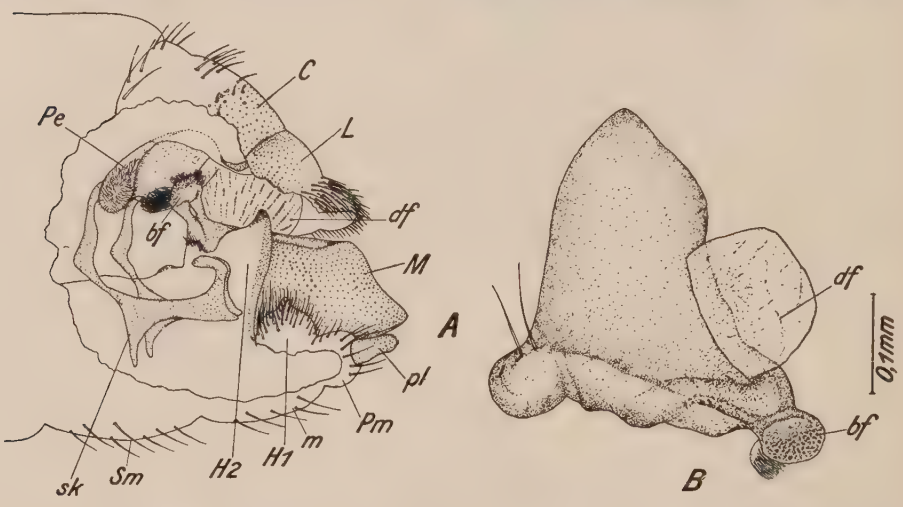


Abb. 5. *A* Der Mahlapparat der erwachsenen Larve (schematisch). *bf* Fortsatz an der Basis der Mandibel, *df* durchsichtiger Fortsatz der Mandibel, H_1 zapfenförmiger Teil des Hypopharynx, H_2 zungenförmiger Teil des Hypopharynx, *m* Mentum, *Pe* Chitinplatte des Epipharynx, *Pm* Prementum, *sk* Chitinskelett, *Sm* Submentum. Übrige Bezeichnungen wie bei Abb. 4a. — *B* Linke Mandibel der erwachsenen Larve. *bf* Fortsatz an der Basis der Mandibel, *df* durchsichtiger Fortsatz der Mandibel.

zackig an der vorderen Spitze, und dahinter an der Oberseite mit einer behaarten Erhöhung (H_2). Auf der oberen Seite der Mundhöhle entwickelt sich im hinteren Teil des Epipharynx unter dem Clypeus eine querovale Chitinplatte, die an beiden Enden mit dichten Chitinborsten versehen ist; hieran schließen sich die oben erwähnten lang ausgestreckten und zackigen Fortsätze der Mandibeln. Aus dem Hinterrand dieser Platte wächst ein haariges Chitinskelett hervor und erstreckt sich nach unten in den Hypopharynx und dann nach vorne, bis es gerade unter der behaarten Erhöhung des Hypopharynx abschließt, mit der sein Vorderrand fest verwachsen ist. Zwischen den beiden Schenkeln dieses Skeletteiles befindet sich eine querverlaufende Muskulatur. Der ganze komplizierte Apparat dient dazu, das von den Mandibeln zerkleinerte Holzgewebe noch feiner zu mahlen, und zwar, wie ich vermute, in folgender Weise: Die rauhskulptierten Fortsätze

der Mandibeln zerkleinern das Futter durch Schließen der Mandibeln; dabei sind die behaarte Erhöhung des Hypopharynx mit Skelettunterlage und die zackigen Teile tätig. Die Borsten am Epipharynx und an den Fortsätzen der Mandibeln sowie am Hypopharynx spielen wahrscheinlich die Rolle des Aufnehmens, Mischens, Absiebens und auch des Hineinschiebens des Futters in den Pharynx. Die durchsichtigen hautartigen Fortsätze der Mandibeln dienen dazu, das Futter in diesen Mahlapparat einzufüllen.

Das Vorhandensein dieses Mahlapparates, der bei anderen Käferlarven nicht bekannt ist, scheint das Hauptkennzeichen von *Lyctus*-Larven zu sein, denn Altson (1922) hat auch bei *L. brunneus* die gezähnten Fortsätze an den Mandibeln festgestellt.

Thorax: Der Prothorax ist beinahe so lang wie der Meso- und Metathorax zusammen, er verbreitert sich deutlich nach hinten. Stigmen sind nur im Prothorax vorhanden. Dieselben sind oval und bedeutend größer als diejenigen der Abdominalsegmente 1—7. Die Beine sind klein, fleischig und dreigliedrig, das 3. Glied ist mit einer chitinösen Klaue versehen.

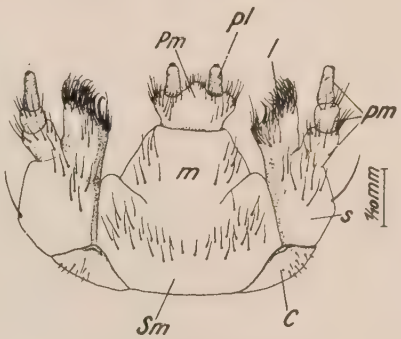


Abb. 6. Mundteile der erwachsenen Larve, Ventralseite. *c* Cardo, *l* Lacinia, *s* Stipes. Übrige Bezeichnungen wie bei Abb. 4 a.

Abdomen: Das Abdomen besteht aus 9 Segmenten, die mit vereinzelten Haaren versehen sind. Die Stigmen befinden sich in den ersten 8 Segmenten; diejenigen der Segmente 1—7 sind klein und beinahe gleichgroß, während die des 8. Segmentes bedeutend größer sind (etwa 5 mal so groß wie die anderen). Der After öffnet sich im 9. Segment mit einem Längsschlitz.

Die Larven von *L. linearis* und auch der anderen *Lyctus*-Arten lassen sich ohne Schwierigkeit von den ebenfalls im Holz lebenden Anobien-Larven unterscheiden, und zwar einmal dadurch, daß bei den *Lyctus*-Larven die Stigmen auf dem 8. Abdominalsegment um ein Vielfaches größer sind als die vorhergehenden, während die entsprechenden Stigmen bei den Anobien-Larven nicht größer als die vorherliegenden sind, und ferner dadurch, daß die Beine bei *Lyctus* dreigliedrig und bei *Anobium* 5 gliedrig sind.

Darmkanal der Larve. (Abb. 7.)

Der Oesophagus stellt einen einfachen Schlauch zwischen Pharynx und Vormagen dar, und ist mit sehr gut entwickelter Ringmuskulatur und sehr spärlicher Längsmuskulatur versehen; die Intima zeigt deutliche Faltungen.

Der Vormagen (Abb. 7 Vm) besitzt einen deutlich erweiterten Teil, dessen Intima vier deutliche Längsfaltungen erkennen läßt, deren Oberflächen mit zahlreichen, winzigen, chitinösen Borsten besetzt sind. Vor dem Magen verschmälert sich der Vormagen zu einem Stiel, der in den Mitteldarm trichterförmig einmündet.

Der Mitteldarm (Abb. 7 Md) ist sehr lang und nimmt beinahe die Hälfte des ganzen Darmkanals ein. Er ist in seinem ganzen Verlauf ziemlich gleichstark und läßt äußerlich keine gesonderten größeren Abschnitte erkennen. Die Muskulatur ist schwach entwickelt, dagegen besitzt das Epithel sehr hohe Zylinderzellen, zwischen denen sich hier und da auffallend große globuläre Zellen befinden, die als Sekretionszellen zu betrachten sind. Die Innenwand des Epithels ist immer mit Sekret ausgekleidet. Der Mitteldarm wird am Ende etwas schmäler; an ihn schließt sich der Hinterdarm an.

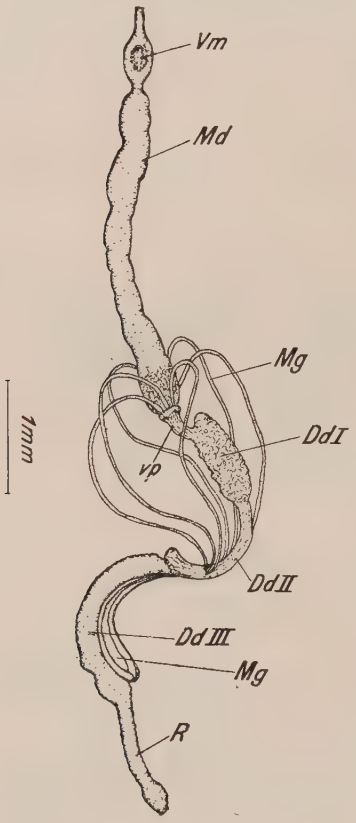


Abb. 7. Der Darmkanal der erwachsenen Larve. *Dd* (I, II, III) Dünndarm, *Md* Mitteldarm, *Mg* Malpighische Gefäße, *R* Rectum, *Vm* Vormagen, *vp* Pylorus.

Der Hinterdarm zerfällt in 3 Abschnitte, von denen wir den ersten als Pylorusapparat bezeichnen wollen, den zweiten als den eigentlichen Dünndarm und den dritten als Rektum. Der Pylorusapparat (Valvula pylorica) ist mit kräftiger Ringmuskulatur versehen und verengt sich nach hinten zum eigentlichen Dünndarm (Abb. 7 fp), der mit einem stark erweiterten Abschnitt beginnt.

Im Pylorus zeigt die Intima zahlreiche nach hinten gerichtete zugespitzte schuppenartige Fortsätze. Die Pylorus dient, wie der Bau zeigt, als eine Klappe, die wohl den Darminhalt vom Mitteldarm in den Dünndarm übergehen läßt, aber das Zurückströmen des Darminhaltes verhindert. Im Dünndarm ist die Muskulatur schwach und weist die Intima starke Faltung auf. Gleich hinter dem Pylorusapparat erweitert sich der Dünndarm auf eine längere Strecke, außerdem geht vom proximalen Ende dieses erweiterten Teiles eine sackartige Ausstülpung aus, die dem erweiterten Dünndarm anliegt (Abb. 7 DdI). Malpighische Gefäße sind 6 vorhanden; sie entspringen an dem Vorderrand des Pylorus. Sie stellen einfache zylindrische Schläuche dar (0,19 bis 0,23 mm Durchmesser), die sich im Körperlumen mehrfach winden, aber nicht ohne weiteres frei in der Körperhöhle endigen, sondern schließ-

lich wiederum an der Wand zusammenkommen und in die Peritonealmembran eindringen, unter der sie zunächst einen verwickelten Verlauf nehmen. Nach kurzem Abstand treten sie wieder heraus und legen sich an einer Seite des Darmes, von einer feinen Membran zusammengehalten, wiederum der Darmwand an, wo sie schließlich blind endigen (Abb. 7 DdII und III). Der Durchmesser der Malpighischen Gefäße nimmt auffallend ab (0,059—0,075 mm), wenn sie in die Darmwand eintreten; er wird aber wieder merklich vergrößert, wenn sie aus dem Darm heraus-

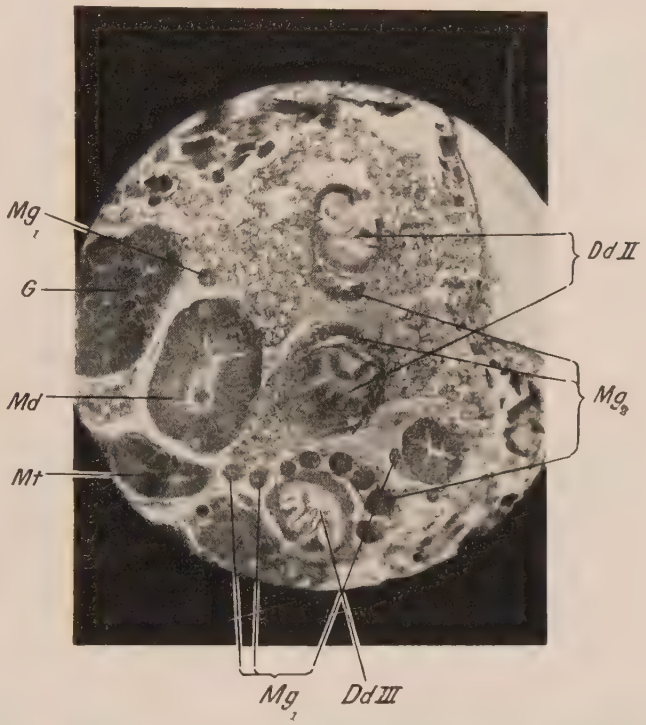


Abb. 8. Querschnitt durch eine erwachsene Larve. — *G* Gonade, Mg_1 Im Körperlumen liegende Teile von Malpighischen Gefäßen, Mg_2 An oder im Dünndarm liegende Teile von Malpighischen Gefäßen, *Mt* Mycetom. Übrige Bezeichnungen wie bei Abb. 7.

kommen und erreicht dann den größten Durchmesser (0,33 mm) an den blinden Enden. Auf dem mikroskopischen Querschnitt (Abb. 8) sind auf der einen Seite des Dünndarms die 6 in einer Reihe liegenden Schläuche deutlich zu sehen (Abb. 8). Die Membran, die die Gefäße außen umschließt, ist viel dünner als die Peritonealmembran. An der Seite des Dünndarms, wo die Gefäße anliegen, sind die Epithelzellen sehr gut ausgebildet, während an der gegenüberliegenden Seite, wo die Malpighischen Gefäße nicht vorhanden sind, das Epithel nur gering, die Muskulatur dagegen sehr gut ausgebildet ist. Letztere umfaßt nicht den ganzen Darm als vollkommene durchgehende Ringmuskulatur, sondern ist auf die eine Seite beschränkt, wo keine Malpighischen Gefäße vorhanden sind. Die

Intima zeigt hier ausgesprochene Faltung, während auf der Seite der Malpighischen Gefäße, wo das Epithelium gut ausgebildet ist, die Intima ohne Faltung ist, wie die Photographie der Abb. 8 zeigt.

Das innige Verhältnis zwischen den Malpighischen Gefäßen und dem Dünndarm deutet auf einen funktionellen Zusammenhang der beiden hin. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Malpighischen Gefäße neben der Hauptfunktion auch an den Verdauungsvorgängen beteiligt sind, worauf auf Grund von Ergebnissen an anderen Coleopteren bereits frühere Autoren, zuletzt B. A. Marcus (1930), hingewiesen haben. Der Umstand, daß in dem letzten Teil des Epithels unter den Malpighischen Gefäßen hochentwickelt ist und auf der anderen Seite die Intima starke Faltung aufweist, läßt einen physiologischen Zusammenhang zwischen den Malpighischen Gefäßen und dem Dünndarmepithel besonders wahrscheinlich erscheinen. Das Rectum zeichnet sich durch stark ausgesprochene Ringmuskulatur und starke Intimafaltung aus.

An beiden Seiten zwischen dem Mitteldarm und den Gonaden, bald dicht an der Mitteldarmwand anliegend, bald mehr entfernt von dieser, findet sich ein paariges Gebilde. Ein Vergleich der entsprechenden Schnitte mit den Beschreibungen und der Abbildung, die Buchner (1930) nach Gambetta von den Symbionten enthaltenden Organen der *Lyctus linearis*-Larven gibt, zeigt völlige Übereinstimmung dieser Gebilde mit Gambettas „Mycetomen".

Jedes Mycetom ist bananenförmig und durch eine Wand dünner abgeplatteter Epithelzellen vollständig umhüllt. Mit dem Mitteldarm oder den Gonaden besteht keinerlei direkter Zusammenhang. Diese Mycetome enthalten zwei verschiedene Syncytienformen. Im Höchstfall beträgt deren Anzahl 14 Stück. Doch ist dies individuellen Schwankungen unterworfen.

Die eine Art von Syncytien, die stets in geringerer Zahl auftritt, enthält rundliche granulaartige winzige Körperchen von ca. 1,8—3,1 μ Durchmesser. Diese Syncytienform ist durch ein dünnes Plattenepithel von der zweiten Syncytienform getrennt. Auch liegt sie innerhalb des Mycetomes stets peripher. Die zweite Form ist stets größer als die erstere und hat innerhalb des Mycetomes mehr Zentrallage. Sie ist im übrigen von ovalen und zylindrischen Symbionten verschiedener Größe bis ca. 10 μ Durchmesser dicht angefüllt, welch letztere im gefärbten Präparat granulöse Beschaffenheit zeigen. Auch färbt sie sich stets schwächer als die rundlichen Körperchen der erstgenannten Syncytienform.

Die Puppe. (Abb. 9.)

Die Puppe ist 5,2 mm lang, 1,6 mm breit und weiß. Die Kopf ist an Scheitel und Stirn rund gewölbt, die Fühler liegen auf der Bauchseite und erreichten den Schenkel vom 2. Bein und verdicken sich stark gegen die Spitze. Das Labrum ist in der Mitte tief eingeschnitten und also zweilappig am Vorderrand, die Augen sind groß und deutlich abgegrenzt.

Das Pronotum ist groß und beinahe 5eckig, etwas breiter als lang, mit schwach aufgebogenem Rand umgeben und etwas gewölbt; das Schildchen ist groß, etwas länger als breit und am Hinterrand etwas vorragend. Das Metanotum besitzt einen konkaven Vorderrand und konvexen Hinterrand, in der Mitte mit 2 Längswülsten, sowie auf jeder Seite eine große runde Wölbung. Die Flügeldecken liegen der Bauchseite an, die Spitzen erreichen den Hinterrand vom 4. Abdominalsegment; die Oberfläche ist mit einem aufgebogenen Rand umgeben und mit 5 Längsrinnen versehen.

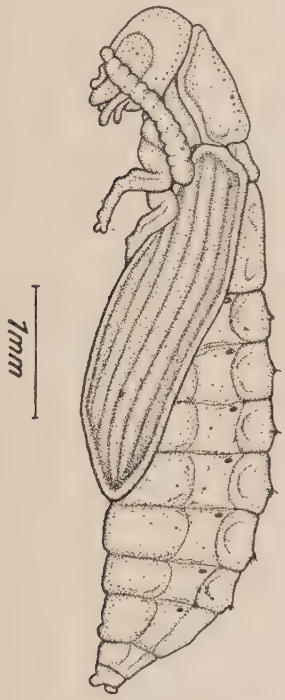


Abb. 9. Puppe von *Lyctus linearis*.

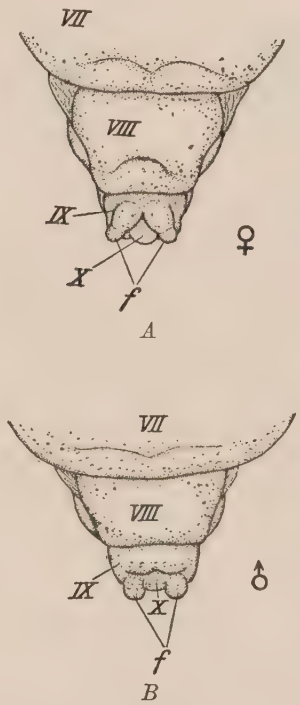


Abb. 10. *A* Endteil der weiblichen Puppe. — *B* Endteil der männlichen Puppe. *VII—X* = 7.—10. Abdominalsegment, *f* Fortsätze am 9. Abdominalsegment.

Das Abdomen ist zylindrisch und beinahe prallelseitig bis zum 6. Segment. Die ersten 6 Tergite sind mit je einer Querreihe von rückwärts gerichteten chitinösen Borsten besetzt. Das 9. Segment bildet zwei fleischige Fortsätze, die über das reduzierte 10. Segment hervorragen. Die Form dieser Fortsätze kennzeichnet den Geschlechtsunterschied; beim ♀ sind sie größer als beim ♂ und die beiden Fortsätze berühren einander an der Basis, während sie beim ♂ durch einen größeren Zwischenraum getrennt sind (Abb. 10 A u. B). Die Stigmen sind auf dem Prothorax und auf den Abdominalsegmenten 1—7 vorhanden; sie sind oval und werden nach den hinteren Segmenten zu immer kleiner.

Die männlichen Geschlechtsorgane des Käfers. (Abb. 11.)

Die männlichen Gonaden sind paarig entwickelt und bestehen auf jeder Seite aus 7 großen, weißen und dicht nebeneinanderstehenden Hodenfollikeln (T), die mit je einem feinen und kurzen Ausfuhrgang, Vas efferens, mit den Vasa deferentia verbunden sind. Jeder Hodenfollikel ist beinahe birnförmig, am Ende verschmälert und mit einem winzigen Knötchen versehen. Altson (1924) untersuchte die Genitalorgane von *L. brunneus* und berichtet, daß bei dieser Art 6 Paar Hodenfollikel vorhanden sind, so daß also die beiden Arten *brunneus* und *linearis* sich darin deutlich voneinander unterscheiden. Die Hodenfollikel sind mit einer dünnen Hülle umgeben und im Innenraum mit zahlreichen Bündeln von fadenartigen Spermatozoen gefüllt. Wenn diese nach der Reifung in den Samenleiter übergegangen sind, werden die Follikel merklich verkleinert und haben unregelmäßige Formen angenommen. Die Bündel von Samenfäden (mit Eosin gefärbt) sind 4—5 mal länger als breit, in der Mitte am breitesten und an den beiden Enden schmäler. Sie werden also nicht einzeln, sondern in Paketen, Spermatophoren in den weiblichen Körper eingeführt.

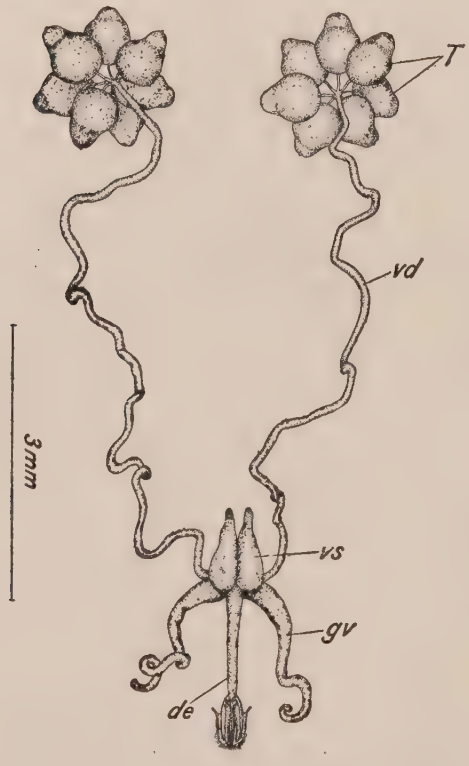


Abb. 11. Die männlichen Geschlechtsorgane des *Lyctus linearis* (Käfer). *de* Samengang, *gv* Anhangsdrüse der Samentasche, *T* Hodenfollikel, *vd* Samenleiter, *vs* Samentasche.

Die paarigen Samenleiter sind lange, einfache Röhren von gleicher Breite; sie sind ungefähr dreimal so lang als der Körper und liegen mehrfach gewunden in der Körperhöhle. Die Länge ist mindestens dreimal so lang, wie sie Altson in der Abbildung für *L. brunneus* dargestellt hat. Am basalen Ende der beiden Samenleiter befinden sich ein Paar Samentaschen (Samenblase, Vesiculae seminales) (Abb. 11 Vs), die länglich birnförmig sind, dicht nebeneinander stehen und sich dann in der Basalhälfte vereinigen. An der Basis jeder Samentasche befindet sich ventral eine sehr lange Anhangsdrüse (Ektadenie?) (Abb. 11 gv), die viel länger als die Samentasche, mehrfach aufgewunden ist und sich nach dem Ende zu

allmählich verschmälert. Nach der Abbildung Altsons ist auch diese Drüse mehrere Male länger als bei *L. brunneus.*

An der Bauchseite der vereinigten Basen der Samentaschen entspringt der unpaare Samengang (Ductus ejaculatorius) (Abb. 11 de), der sich allmählich verengt, bis er im chitinösen Begattungsapparat endet. Der Begattungsapparat (Aedeagus) (Abb. 12) besteht aus den chitinösen inneren und äußeren Teilen. Der erste Teil (Penis von Straus-Dürckheim, Verhoeff, Packard usw., „Körper" von Lindemann, „median lobe" von Sharp-Muir, Altson) (Abb. 12 ai) ist ein geschlossenes Rohr, welches sich nach dem Ende hin verschmälert und nach der Bauchseite schwach konvex gekrümmt ist; an der Spitze, wo das Ende des Samengangs mündet, ist ein kleiner Schlitz vorhanden; im distalen Teil befinden sich einige Sinnesporen; die Basis ist an der Rückseite auffallend verlängert und fügt sich in die äußere Hülle gelenkartig ein. Die äußere Hülle („Parameren" von Verhoeff, „Lateral lobe" von Packard, Sharp-Muir, Altson) (Abb. 12 ae) ist ein Chitingebilde, welches den Penis an beiden Seiten umgibt; sie ist in zwei längliche Lamellen geteilt, die an der Basis verwachsen sind; das Basalende dorsal zu einem Fortsatz ausgezogen, der sich an den verlängerten Teil des Penis anschließt. Der ganze hier geschilderte Apparat wird an der Basis von einem geschlossenen, bandförmigen Chitingebilde (Bp) umgeben, welches von Sharp-Muir (1912) als „basal piece" (Basalstück) bezeichnet wird; sie ist an der Bauchseite breiter als auf der Rückenseite. Außerdem ist noch ein zweilappiges Chitingebilde vorhanden (Abb. 12 Uh), welches das Ende des Rectum einhüllt und deren Basen proximalwärts in zwei langen stengelartigen Fortsätzen auslaufen, die den Aedeagus umfassen und zur Anheftung einer starken Muskulatur dienen.

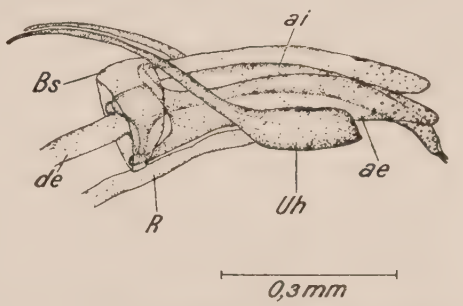


Abb. 12. Der Begattungsapparat eines männlichen Käfers. *ai* Penis, *ae* äußere Hülle, *Bs* Basalstück, *Uh* zweilappiges Chitingebilde.

Die weiblichen Geschlechtsorgane des Käfers.

Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus paarigen Ovarien, Eikelchen (Calyces), Eileiter (Oviducte), einer Samentasche (Receptaculum seminis) und ihrer Anhangdrüse, Scheide (Oviductus communis), Legeapparat (Ovipositor) und verschiedenen Chitingebilden, von denen ein langer Stab, der sogenannte Kloakstiel, besonders auffällt.

Jedes Ovarium besteht aus 7 langen Eiröhren, die auf dem Eikelch dicht nebeneinander aufsitzen (Abb. 13). Jede Eiröhre stellt einen dünnwandigen Schlauch dar, der dem acrotrophischen Typ angehörend mit den

in einer linealen Reihe hintereinander angeordneten lang ovalen Eianlagen gefüllt ist, die nach dem Eikelch zu immer größer werden. Mit anderen Worten: die Schläuche verjüngen sich nach der im Körperlumen frei endenden Spitze. An dieser selbst erweitern sie sich aber wiederum, indem sie hier eine Nährkammer, die mit Nährzellen dicht gefüllt ist, bilden. Zwischen den hintereinander liegenden Eianlagen sind keine Nährzellen vorhanden. An der äußersten Spitze des Schlauches befindet sich ein Endfaden, der sich mit demjenigen der anderen Eiröhren vereinigt. Nach Altson (1924) sind bei *L. brunneus* jederseits 14 Paar Eiröhren vorhanden, so daß also hierin ein sehr wesentlicher Unterschied im Bau der Geschlechtsorgane zwischen *L. brunneus* und *linearis* besteht. Die Anzahl der in einem Eirohr sich befindenden Eianlagen beträgt 4—8, was bei 8 Individuen festgestellt worden ist.

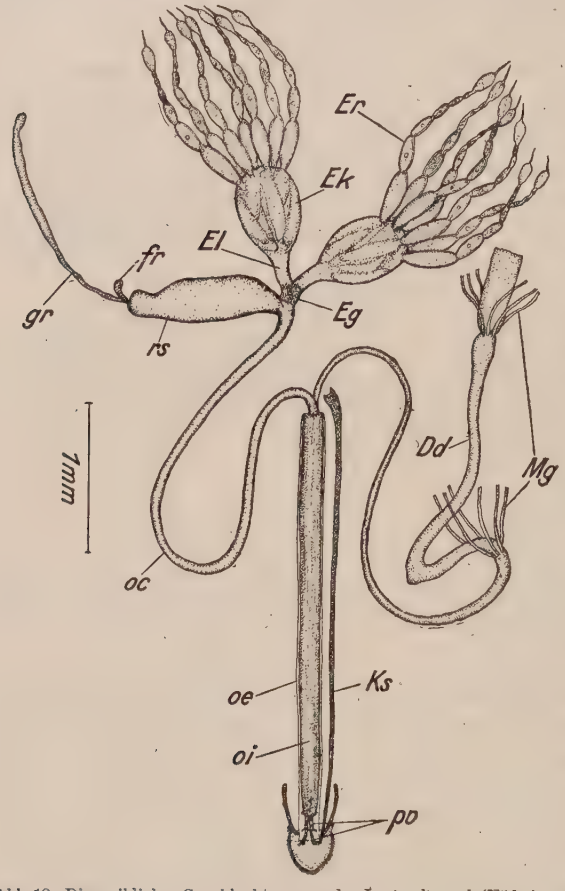


Abb. 13. Die weiblichen Geschlechtsorgane des *Lyctus linearis* (Käfer). *Eg* mit Borsten besetzter Teil des Eileiters, *Ek* Eikelch, *El* Eileiter, *Er* Eiröhren, *fr* Fortsatz an der Samentasche, *gr* Anhangsdrüse der Samentasche, *Ks* Kloakstiel, *oc* unpaarer Eileiter, *oe* äußere Hülle des Ovipositors, *oi* innere Hülle des Ovipositors, *pv* Vaginalpalpus, *rs* Samentasche. Übrige Bezeichnungen wie bei Abb. 7.

Der Eikelch (Calyx) (Abb. 13 EK) stellt den mehr oder weniger stark erweiterten Abschnitt des Eileiters dar, der als Reservoir der legereifen Eier dient. Wenn die Eikelche, wie ich öfters beobachtet habe, mit zahlreichen Eiern angefüllt sind, stellen sie einen großen, dicken, birnförmigen Körper mit stark gespannter Membran dar. Die größte Anzahl von legereifen Eiern in einem Eikelch betrug bei meinen Beobachtungen 12.

Das auf den Eikelch folgende Stück des Eileiters ist ein kurzer und einfach zylindrischer Schlauch (Oviductus) (Abb. 13 El), der sich mit dem andern vereinigt zu dem unpaaren Eileiter, Oviductus communis oder

Scheide (Abb. 13 oc). Die letzten Abschnitte der Eileiter, kurz vor der völligen Vereinigung zur unpaaren Scheide sind mit zahlreichen in der Richtung des Vordringens des Eies gestellten winzigen chitinösen Borsten versehen (Abb. 13 Eg). Auch Altson (1923) stellte diesen Teil bei *L. brunneus* dar und berichtet darüber, daß durch die Struktur die Längsstreifen und Endfortsatz des Eies erzeugt werden; ich stimme dieser Meinung zu, weil die legereifen Eier im Eikelch einfach länglich oval und glatt sind, während die abgelegten Eier gestreift und mit einem Fortsatz versehen sind.

Kurz hinter diesem mit Borsten besetzten Abschnitt mündet in die Scheide eine große, längliche Samentasche, Spermatheca oder Receptaculum seminis (Abb. 13 rs), die in der Mitte am breitesten ist und am freien Ende mit einem kleinen länglichen Fortsatz (Abb. fr) und einer sehr langen Anhangsdrüse, Glandula receptaculi, (Abb. gr) versehen ist. Die letztere ist länger als die Samentasche, dünn schlauchförmig und allmählich nach dem blinden Ende zu breiter werdend. Die Samentasche hat die Funktion, die durch Kopula in den weiblichen Körper eingeführten Spermatophoren aufzubewahren. Die Spermatozoen werden darin frei, wie Altson (1924) bei *L. brunneus* feststellte. Das Sekret der Anhangsdrüse dient wohl dazu, die Hülle der Spermatophoren zu lösen und die Spermatozoen lebendig zu erhalten. Das Vorhandensein einer solch großen Samentasche deutet an, daß ein Weibchen nur eine einmalige Kopula braucht, um die ganzen Eier zu befruchten.

Die Scheide stellt einen langen, einfach zylindrischen Schlauch dar, der zunächst eine Strecke weit frei in der Leibeshöhle liegt und dann den Ovipositor durchzieht. Der Ovipositor (Abb. 13 oe u. oi) ist sehr lang, reicht vom Ende des Abdomens bis zum Metathorax und besteht aus zwei Teilen, den äußeren und inneren Hüllen. Die äußere Hülle (oe) ist ein einfach zylindrisches Rohr, mit dünner durchsichtiger Wand, die innere Hülle ist chitinös, ebenso lang wie die äußere und parallelseitig, ausgenommen in der Nähe von dem mit spärlichen Borsten besetztem Distalende, wo sie sich allmählich verschmälert. Am Ende sind ein Paar zweigliedrige Vaginalpalpi ausgebildet, deren Basalglied parallelseitig und nach dem mit einigen Sinnesporen und 3 Borsten versehenem Distalende zu schmäler ist und deren Distalglied um ein Drittel kürzer als das Basalglied und am dickeren freien Ende mit spärlichen Borsten besetzt ist. Wenn der Ovipositor nicht tätig ist, so liegt die innere Hülle in der äußeren und an dem Verknüpfungspunkt der beiden Hüllen, dem das im Metathorax liegende Ende vom Ovipositor entspricht, findet die Einmündung von Scheide und Enddarm in den Ovipositor statt, und zwar in der Weise, daß der Darmkanal an der Rückseite und die Scheide an der Bauchseite dicht parallel miteinander zu liegen kommen.

Wenn der Ovipositor in Tätigkeit tritt, werden die beiden Hüllen mittels Muskulatur aus dem Körper herausgeschoben, wobei die äußere

Hülle umgewendet wird, so daß die ursprüngliche Innenwand nunmehr die Außenwand bildet. Die im Ruhezustand beieinanderliegende Scheide und Darmkanal werden dadurch in diese hinausgestülpte Hülle hineingezogen. Der aus dem Abdomen ausgestreckte Ovipositor erreicht die Länge des ganzen Körpers.

Dicht neben dem Ovipositor ist ein langer, dünner chitinöser Stiel, der am Pygidium entspringt und die Länge des in Ruhe stehenden Ovipositor überschreitet. Stein (1847) hat solche Chitinstiele bei verschiedenen Käfern festgestellt und sie Kloakstiele genannt. Der Kloakstiel ist an beiden Enden erweitert, am Vorderende setzt die Muskulatur an, die das Hinausschieben und Zurückziehen des Ovipositor bewirkt.

Biologie.

a) Eiablage. — Die Eiablage findet in den Kapillaren der Gefäße statt, wie Snyder (1916) bei *L. planicollis*, Altson (1923) bei *L. brunneus* und Fisher (1928) bei *L. brunneus* und auch bei *L. linearis* berichteten. Nördlingers Darstellung, daß die Eiablage in den Rissen oder Spalten des Holzes stattfindet, wurde nicht bestätigt.

Die Eier werden mit dem lang ausgestreckten Legerohr in die Poren der Gefäße hineingelegt. Sie können darin nur dadurch festgestellt werden, daß das Holz mit einem scharfen Messer sorgfältig abgeschält und mit dem Binokular untersucht wird. Die Entfernung von der Oberseite der Schnittfläche bezw. vom Eingang der Kapillare bis zum nächsten Ende des Eies wurde mit 4,6—6 mm gemessen, wobei das mit dem stielförmigen Fortsatz versehene Ende gegen den Eingang der Gefäße gerichtet ist. In einem Gefäße wurden 1—3 Eier festgestellt. Die Eier werden sowohl auf der Quer- als auch auf der Längsschnittfläche des Holzes abgelegt, aber man hat den Eindruck, daß die Längsfläche zur Eiablage der Querfläche vorgezogen wird, besonders wenn die Fläche rauh ist. Dies hängt ohne Zweifel damit zusammen, daß in der rauhen Längsfläche viel mehr Öffnungen von Gefäßen vorhanden sind als in der glatten gehobelten oder gespalteten Fläche.

Es ist hierbei bemerkenswert, daß die Eiablage auf eine bestimmte Größe von Gefäßen beschränkt wird. Es wurde beim Nachsuchen der Eier beobachtet, daß unter den Gefäßen von verschiedener Größe diejenigen am meisten benützt wurden, deren Durchmesser etwas breiter als das Ei ist. Es beruht dies zweifellos darauf, daß die möglichst kleine Kapillare den mit dünner Schale bedeckten, sehr zerbrechlichen Eiern den besten Schutz gibt; denn erstens sind die Eier in der kleinen Kapillare dank der Stütze der Seitenwand am besten befestigt und zweitens wird hier auch die Verdunstung des Eiinhaltes stärker verhindert. Ich beobachtete bei meinen Versuchen zur Feststellung der Dauer der Eiperiode, daß diejenigen Eier, die der offenen Luft künstlich ausgesetzt wurden, trotzdem ich sie in kleinen, dunkel gehaltenen und gut verschlossenen

Schalen aufbewahrte, in den nächsten Tagen austrockneten und sich nicht zur Brut entwickeln konnten. Auch für die frisch ausgebrüteten Larven ist der enge Kanal besonders passend, insofern als er denselben, die ja stark reduzierte Beine besitzen, geeignete Stützpunkte bei der Lokomotion bietet. Clark (1928) hat in der Annahme, daß das Vorkommen von *L. brunneus*-Larven in verschiedenen Holzarten vom Durchmesser der Gefäße abhängig sein kann, eine Untersuchung bei 70 Laubholzarten von 32 Gattungen gemacht, um den Zusammenhang zwischen der Größe des Schadens und der Kapillarengröße der Gefäße festzustellen, und er behauptete daraufhin, daß die Gefäße den Begrenzungsfaktor für den Angriff von *Lyctus* bildeten. Man kann selbstverständlich zugeben, daß es eine bestimmte Grenze des Durchmessers gibt, die zur Eiablage notwendig ist, aber es ist kaum zulässig, die Anfälligkeit der verschiedenen Holzarten, ohne Rücksicht auf andere chemische und physikalische Beschaffenheiten des Holzes, lediglich nach der Größe der Gefäße zu beurteilen. Wird doch sogar bei Eichen, die von *Lyctus*-Arten sehr gerne heimgesucht werden, bloß der Splint bevorzugt und das Kernholz, trotz Vorhandenseins günstiger Gefäße, ganz unberührt gelassen. Übrigens sind auch in ein und demselben Eichenholzstück die Gefäße von verschiedener Größe: im Sommerholz sind sie merklich größer als im Herbstholz; *L. linearis* bevorzugt meistens diejenigen Gefäßkapillare von ca. 0,2 mm Durchmesser. Solche Gefäße entsprechen den ziemlich kleineren Gefäßbündeln in einem Eichenholzstück. Was die Anfälligkeit der verschiedenen Holzarten gegen *Lyctus*-Schaden betrifft, so muß man allerdings, die gleichen Lebensbedingungen für *Lyctus* für jedes Holz vorausgesetzt, zugeben, daß dieselbe um so größer ist, je größer die Zahl der zur Eiablage günstigen Gefäße ist.

Die Holzarten, die von *L. linearis* angegangen werden, sind hauptsächlich Eichen, Eschen und Weiden, aber auch viele andere Laubholzarten werden angegriffen, wovon Nördlinger (1862) berichtete: Nußbaum, *Sophora japonica*, Robinie, Zürgelbaum; weniger befallen wurden: Ulme, Maulbeere, *Ptelea trifoliata*, *Gymnocladus canadensis*, Seekreuzdorn, *Pistacia lentiscus*, *Spondias mambin* aus Venezuela, *Sterculia platanifolia*, *Vergilia lutea*, *Vitis labrusca*, *Tamarix gallica*; noch weniger *Juglans nigra*, Kirschlorbeer, *Rosa villosa*, dann *Berberis*, *Rhus typhina*, Korkeiche, *Crataegus punctata*, Brechweide, *Robina viscosa*, *Cytisus laburnum*, *Colutea arborescens*, *Morus papyrifera*, *Rhamnus carthaticus* und *R. frangula*. Komárek berichtet, daß auch Pappeln angegangen werden.

Die Zerstörung durch *L. linearis* kommt bei getrocknetem und auch verarbeitetem Holz in Betracht, und es scheint, daß ein bestimmter Grad von Trockenheit des Holzes zur Infektion nötig ist. In dieser Hinsicht berichtet Altson (1922), daß das ungetrocknete Holz *Lyctus* nicht beschädigt wird und Snyder (1916) war der Meinung, daß das weniger als 8—10 Monate getrocknete Holz durch *Lyctus* nicht angegriffen wird. Fisher (1928) legte aber dar, daß das Eichenholz 2—3 Wochen nach dem

Fällen von *Lyctus* befallen wurde; er berichtete auch nach den Versuchen mit Exsikkatoren, daß das Holz mit 10prozent. Feuchtigkeit angegriffen, aber das im Ofen getrocknete Holz mit 8prozent. Feuchtigkeit nicht angesteckt wurde. Mir fehlen dazu die entsprechenden Versuche. Ich stellte die Eiablage nur an einem im Zimmer getrockneten Holz fest.

Was meine Versuche betrifft, die unternommen wurden, um die Zahl der abgelegten Eier festzustellen, so sei hierüber kurz folgendes mitgeteilt: Die frisch aus dem Holz ausgeschlüpften Käfer wurden in Zwangszucht in Glasgefäße gebracht, und dazu wurden Eichenholzstücke von 1,0 : 1,0 : 3 bis 5 cm zur Eiablage verwendet. Die Holzstücke wurden möglichst oft mit einem scharfen Messer geschält und unter dem Binokular nach Eiern abgesucht. Sodann wurden den Käfern wiederum neue Holzstücke hinzugegeben. Die Geschlechter wurden nachträglich nach Beendigung der Versuche durch Sektion festgestellt. Die Zahlen der in diesen Versuchen gefundenen Eier werden in Tabelle I aufgezeichnet.

Tabelle I.

Versuche über die Feststellung der Eiablage.

Beginn des Versuches	Schluß des Versuches	Zahl der Versuchstiere		Zahl der Eiablagen	Durchschnittliche Zahl der Eiablage pro 1 ♀
		♂	♀		
13. 5. 1931	26. 5.	1	1	3	3,0
13. 5. 1931	23. 5.	1	1	0	0,0
13. 5. 1931	27. 5.	1	1	6	6,0
18. 5. 1931	3. 6.	2	1	15	15,0
20. 5. 1931	24. 6.	7	8	160	20,0
21. 5. 1931	13. 6.	4	2	33	16,5
6. 6. 1931	24. 6.	1	1	0	0,0
7. 6. 1931	10. 6.	1	1	0	0,0
8. 6. 1931	10. 6.	1	1	0	0,0

Die sich in meinem Versuch ergebene Eizahl betrug im höchsten Fall durchschnittlich 20 pro Weibchen, was außerordentlich wenig erscheint. Ich kann allerdings für die Zuverlässigkeit der oben angegebenen Eizahl nicht bürgen, weil in einigen Versuchen keine Eiablage stattgefunden hat. Dies deutet vielleicht darauf hin, daß die Bedingungen zur Eiablage nicht günstig gewesen waren. Möglicherweise waren die Holzstücke zu klein, aber bei Verwendung von größeren Holzstücken würde das Auffinden der Eier schwer durchführbar gewesen sein. Auch wäre es natürlich besser gewesen, wenn als Versuchstiere frisch von Puppen aufgezogene Käfer verwendet worden wären, doch mußte ich mich mangels anderen Materials mit den aus dem Holz geschlüpften Käfern begnügen.

Die Versuche, die Eiablage in verschiedenen Temperaturen festzustellen, wurden bei einer Luftfeuchtigkeit von 75—78% in 4 Temperatur-

stufen (12—13°, 17—18°, 22—23° und 27—28° C) unternommen. Die Versuchstiere wurden gleich nach dem Erscheinen aus dem Holz gesammelt und in Glasgefäße gebracht, bestehend aus 2 Petrischalen von 9,5 und 10 cm Durchmesser und 2 cm Tiefe. Die Deckel wurden als Behälter, in denen durch angefeuchtetes Kochsalz eine bestimmte relative Feuchtigkeit von 75—78% erzeugt wurde, gebraucht; über diese Behälter wurde Gazebatist gespannt. Die Technik zum Versuch wurde nach Zwölfer (1931) ausgeführt. Im Raum zwischen Gazebatist und der darauf stehenden kleineren Schale lebten die Tiere. Um Versuchsfehler zu vermeiden, wurden stets je zwei Versuche mit den gleichen Temperaturen- und Feuchtigkeitskombinationen angesetzt; jede Kombination enthielt 6 bis 8 Tiere mit 2 Eichenholzstücken ca. 1,2 : 1,2 : 5 cm im Ausmaß. Zur Aussetzung der Tiere in konstante Temperaturen wurde der von Zwölfer verbesserte Williamsche Brückenthermostat gebraucht.

Die Ergebnisse dieser Versuche werden in Tabelle II dargestellt.

Tabelle II.

Versuche über die Eiablage bei Temperaturstufen 12—13°, 17—18°, 22—23°, 27—28° C bei relativer Luftfeuchtigkeit von 75—78%.

Temperaturstufe ° C	Nr	Beginn des Versuchs	Schluß des Versuchs	Zahl der Versuchstiere ♂	Zahl der Versuchstiere ♀	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnittliche Eiablage pro 1 ♀	Durchschnittliche Eiablage von beiden Versuchen
12—13	1	21. 5. 1931	4. 7.	5	3	6	2,0	1,5
	2	22. 5. 1931	29. 6.	2	4	4	1,0	
17—18	3	27. 5. 1931	22. 6.	4	3	67	23,3	13,65
	4	27. 5. 1931	29. 6.	4	4	20	5.0	
22—23	5	28. 5. 1931	16. 6.	2	2	28	14,0	13,4
	6	29. 5. 1931	13. 6.	1	5	59	11,8	
27—28	7	30. 5. 1931	17. 6.	3	3	15	5,0	3,25
	8	2. 6. 1931	13. 6.	4	4	6	1,5	

Die Zahl der abgelegten Eier ist auch in diesen Versuchen sehr klein, infolgedessen muß auch hier wie bei den schon erwähnten Resultaten der Eiablageversuche in Zimmertemperatur, die Vermutung ausgesprochen werden, daß die zur Eiablage verwendeten Holzstückchen nicht sehr günstig waren. Doch läßt sich aus den Versuchen deutlich ein Zusammenhang zwischen der Eiablageaktivität und den äußeren Temperaturen ersehen, weil außer den Temperaturen alle anderen Bedingungen in jeder Kombination gleich waren. Obige Tabelle zeigt, daß bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75—78% die Eiablage in jeder Temperatur zwischen 12 und 27° C stattfindet, daß dieselbe bei einer Temperatur von 12—13° C sehr schwach ist und daß Temperaturen zwischen 17—23° C viel günstigere

Bedingungen bieten. Es kann daher angenommen werden, daß die optimale Temperatur für die Eiablage zwischen diesen Temperaturen liegt. Die Temperatur von 27—28° C ist schon zu hoch, um günstige Bedingungen zur Eiablage für *L. linearis* zu bieten, obwohl die abgelegte Eizahl größer war als bei einer Temperatur von 12—13° C.

Es wurde bei jeder Temperaturstufe zwischen 12—28° C beobachtet, daß die Eier sich zu Larven entwickeln, aber beim Versuch Nr. 1 wurden die ersten jungen Larven erst am 22. Juli gefunden.

Die Zeitdauer für die Embryonalentwicklung wurde nicht genau festgestellt, weil die Eier nicht in situ beobachtet werden konnten. Es wurde aber Ende Mai und Anfang Juni bei den Zimmertemperaturen festgestellt, daß die Eier höchstens 10 Tage zur Embryonalentwicklung brauchen.

b) Larvenstadium. — Die Larven kommen nicht gleich nach der Embryonalentwicklung aus den Eiern heraus, sondern sie bleiben eine Zeitlang in den Eiern und leben von dem im Vorderteil des Eies übrig gebliebenen Dotter. Ich konnte beobachten, daß sich die Larve unter der durchsichtigen Eischale bewegt, was mit der Darstellung Altsons (1923) von der Embryonalentwicklung von *L. brunneus* übereinstimmt; ferner daß die Larven erst ausschlüpfen, wenn sie den Dotter verzehrt haben. Beim Ausschlüpfen beißen die Larven den eingeschnürten Teil des Eies ab, aber es wurde nicht beobachtet, daß sie sich von der Eischale ernähren. Nach dem Ausschlüpfen fangen die jungen Larven an, die Wand der Gefäße des Holzes zu fressen und dann bohren sie sich ins Holz ein.

Die Larven fressen sich durch das Holz vorwärts und stopfen die Gänge hinter sich mit feinem Bohrmehl zu. Das Bohrmehl wird teilweise aus dem Holz geworfen, aber nicht aus besonders hierfür gefressenen Löchern, sondern es wird einfach aus den Gefäßen oder aus von vergangenen Generationen stammenden Fluglöchern von den Käfern hinausgeschafft. Die Gänge verlaufen mehr oder weniger geschlängelt, aber immer in der Längsrichtung des Holzes. Wenn das Holz einen starken Fraß erleidet oder der Fraß in einem Holz mehrere Jahre wiederholt wird, was immer der Fall ist, so wird das Holz von den parallelen dicht miteinander zusammenstoßenden Fraßgängen besetzt, bis der ganze Splintteil von zusammengepreßtem Bohrmehl gefüllt ist; dazwischen bleiben die papierdünnen Holzscheidewände übrig. Die Oberschicht des Holzes wird beim Larvenfraß absolut unberührt gelassen, wenn das Innere des Holzes auch vollständig in Pulver verwandelt wird.[1])

Die Breite des Fraßganges wechselt je nach der Holzart, insbesondere nach dem Holzteil; sie ist größer in weicheren Holzarten als in härteren und in reinem Splintholz als im Übergangsteil vom Splint zum Kernholz;

---

[1]) Man kann also mit Recht behaupten, daß, wenn das verarbeitete Holz an Fraß leidet und auf der Oberfläche eines befallenen verarbeiteten Holzes irgendein Fraßgang verhanden ist, das Holz vor der Verarbeitung bereits von *L. linearis* angesteckt worden ist.

die Gänge von erwachsenen Larven sind meistens ca. 2 mm, aber es wurden auch Gänge von 2,8 mm beobachtet.

Zur Verpuppung bohren sich die Larven in einem Bogen der Oberfläche des Holzes entgegen und dann wieder in der Richtung der Holzfasern, um die Puppenwiegen zu bilden. Letztere werden im allgemeinen an dem blinden Ende des in der Nähe der Oberfläche liegenden Fraßganges angelegt und das Hinterende wird mit dem Bohrmehl fest zugestopft. Es wurde aber auch beobachtet, daß bei stark heimgesuchtem Holz die Puppenwiegen durch Zustopfung der beiden Enden gebildet werden. Bei der Verpuppung wird der Kopf nach dem Ende des Ganges gerichtet.

Die Larven überwintern in halberwachsenem Zustand, ohne aber im Zimmer, sogar im ungeheizten, mit dem Fressen ganz aufzuhören. Im geheizten Zimmer verpuppen sie sich bereits Ende Januar. Im ungeheizten Zimmer findet die Verpuppung hauptsächlich im April und Mai statt.

Um die Dauer der Puppenperiode festzustellen, wurden Versuche mit den aus der Praepupae gezogenen Puppen bei Zimmertemperatur unternommen.

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate der Versuche, wobei es sich um die Zeitdauer von der Verpuppung bis zur Reifung des lauffähigen Käfers handelt.

Tabelle III.

Übersicht über die Zeitdauer der Verpuppung und Reifung im Zimmer.

Datum der Verpuppung	Datum, an dem die Käfer laufähig waren	Zeitdauer der Puppenperiode in Tagen	Zahl der Versuchstiere	Bemerkungen
16. 4. 1931	27. 4.	11	4	im geheizten Zimmer
29. 4. 1931	19. 5.	20	3	im ungeheizten Zimmer
29. 4. 1931	20. 5.	21	1	
30. 4. 1931	19. 5.	19	2	
1. 5. 1931	20. 5.	19	2	
4. 5. 1931	22. 5.	18	6	
5. 5. 1931	23. 5.	18	2	
18. 5. 1931	26. 5.	8	1	

Aus den Resultaten der obigen Tabelle ergibt sich, daß die Entwicklung der Puppen bei höheren Temperaturen, wie im geheizten Zimmer oder auch in der späteren Jahreszeit rascher vor sich geht.

c) Käferstadium. — Die Käfer fressen sich an die Oberfläche des Holzes von den Puppenwiegen aus durch kreisrunde Fluglöcher mit einem Durchmesser von 1—2 mm; aber sie benutzen häufig auch die alten Fluglöcher zum Herauskommen, weshalb man selbst bei stark beschädigtem Holz meistens ziemlich wenig Fluglöcher findet.

Das Erscheinen der Käfer begann bei meiner Aufzucht am 20. März 1931 im geheizten Zimmer und dauerte bis 17. Juni bei dem im ungeheizten Zimmer liegenden Holz. Das häufigste Vorkommen der Käfer fand bei dem im Zimmer aufgestellten Holz Mitte Mai statt. Die Zahl der täglich ausgekommenen Käfer wird in Abb. 14 dargestellt. Es geht daraus hervor, daß die Käfer bei Zimmermitteltemperaturen von 12,5 bis 23,8° C erschienen sind und daß das größte Auftreten bei der Mitteltemperatur von 20,3° C stattfand. Die auffallende Senkung des Auftretens am 23. Mai stimmt mit der Temperatursenkung überein.

Nach dem Ausschlüpfen laufen die Käfer auf dem Holz herum und scheinen nicht gerne fliegen zu wollen. Was ihr Verhalten zum Licht

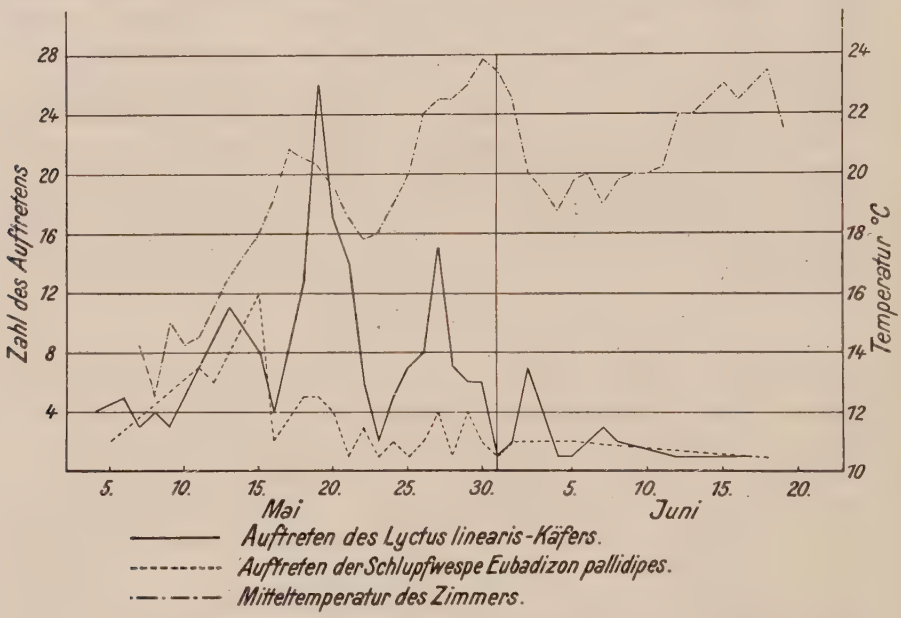


Abb. 14. Kurve des Auftretens der *L. linearis*-Käfer und *Eubadixon pallidipes* im ungeheizten Zimmer.

betrifft, so vermeiden sie starkes Licht; sie begeben sich gerne an schattige Orte, wie auf die Unterseite des Holzes oder in die Risse. Es wurde auch öfters beobachtet, daß sie wieder in die Fluglöcher hineingehen. In einem Haus, in dem die Treppenbretter beschädigt waren, wurde aber wahrgenommen, daß die Käfer im Widerspruch zu der oben erwähnten negativen Haltung zum Licht, an der Fensterscheibe schwärmten. Es läßt sich daraus schließen, daß die Käfer je nach der physiologischen Veranlagung sich verschieden verhalten — negativ phototropisch und positiv phototropisch; doch dazu sind weitere Beobachtungen nötig.

Die Kopula findet an dunklen Orten statt. Bei der Begattung sitzt das Männchen wie bei den meisten Käfern auf dem Weibchen der Länge nach.

Die Lebensdauer der Käfer ist, soweit ich bei 95 in der Zimmertemperatur gezüchteten Käfern beobachtete, beim Männchen im Mittelwert

11,2 Tage, im Maximum 32 Tage und im Minimum 1 Tag und beim Weibchen im Mittelwert 10,2, im Maximum 23 Tage und im Minimum 4 Tage. Vergleicht man die Lebensdauer von den aus dem Holz herausgeschlüpften Käfern mit derjenigen, die sich aus herausgenommenen Puppen entwickelt hatten, so ist im letzteren Fall der Mittelwert bei 8 ♂♂ 13,9, im Maximum 23 und im Minimum 7 Tage und bei 3 ♀♀ 13,7, im Maximum 24 und im Minimum 9 Tage. Dies erklärt sich daraus, daß die Käfer ungefähr zwei Tage brauchen, bis sie nach dem Schlüpfen aus dem Holz erscheinen.

Den Fraß der Käfer hat Fisher (1928) an *L. brunneus* beobachtet; er berichtet darüber (unter Beigabe einer Photographie), daß der Käfer an den Holzflächen kleine Einschnitte frißt, um sich mit feinen Holzpartikelchen zu ernähren. Ich konnte dies nicht so deutlich beobachten. Bei Vergleichsversuchen mit hungernden Käfern ergab sich jedoch, daß wenigstens beim ♂ die Lebensdauer durch Entziehung des Futters merklich reduziert wird (bei 5 ♂♂ 5,8 Tage im Mittelwert, im Maximum 11 Tage und im Minimum 1 Tag), während beim Weibchen die Lebensdauer durch Hunger nicht beeinflußt wurde (bei 9 ♀♀ 13,5 Tage im Mittelwert, im Maximum 24, im Minimum 3 Tage). Über die Ovarialentwicklung im Hungerzustand wurden keine genaueren Vergleichsuntersuchungen gemacht; es konnte nur beobachtet werden, daß die Eikelche nur wenige legereife Eier umfaßten und daß sie niemals vollgefüllt waren, was darauf schließen läßt, daß zur Entwicklung der Eier in den Ovarien Fraß benötigt wird.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen der Lebensdauer des Käfers und der äußeren Temperatur, wurden die Versuche bei 75—78% relative Luftfeuchtigkeit und bei 4 verschiedenen Temperaturstufen, und zwar bei 12—13°, 17—18°, 22—23° und 27—28° C unternommen, deren Resultate in Tabelle IV zusammengestellt sind:

Tabelle IV.

Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauer des Käfers.

Temperaturstufe °C	Nr.	Zahl der Versuchstiere	Lebensdauer			Durchschnittl. Lebensdauer von beiden Versuchen
			Maximum in Tagen	Minimum in Tagen	Mittelwert in Tagen	
12—13	1	8	44,0	3,0	25,6	20,7
	2	6	38,0	2,0	15,7	
17—18	3	7	25,5	4,0	16,4	15,2
	4	8	30,0	4,5	14,0	
22—23	5	4	19,0	3,5	11,6	11,3
	6	6	15,0	6,0	11,0	
27—28	7	6	18,0	7,0	10,8	9,0
	8	7	11,0	7,0	7,1	

Aus den in obiger Tabelle stehenden Resultatziffern geht hervor, daß zwischen den Temperaturstufen 12—28° C die Lebensdauer in höherer Temperatur verkürzt wird. Es wurde aber beobachtet, daß die Käfer bei Temperaturen von 12—13° C weniger lebhaft waren und sich immer auf oder unter den zum Zweck der Eiablage und Ernährung geschaffenen Holzstücken aufhielten, während bei höheren Temperaturen die Bewegung lebhafter wurde.

d) Die Feinde des *L. linearis*. — Bezüglich der Feinde des *Lyctus* wurde bereits von verschiedenen Autoren Beobachtungen mitgeteilt. Als erster berichtete Ratzeburg (1844) mit Fragezeichen, daß *Lyctus* von einer zur Gruppe der *Pteromalidae* gehörenden Art *Perilampus micans* Westw. parasitiert wird. Nach Elliott und Morley hat Giraud (1877) ebenfalls eine hierher gehörige Spezies *Eusandulum inerme* Ratz. aus diesem Käfer gezogen. Elliott und Morley (1907) haben ferner Schmarotzer aus verschiedenen von *L. canaliculatus* und *brunneus* befallenen Holz als *Eubadizon pallidipes* Nees. *(Braconidae)* ermittelt. Frogott (1920) hat aus *L. brunneus* einen Braconiden gezogen. St. George (1924) berichtete von einem Cleriden, *Tarsostenus univittatus* Rossi, als Räuber, der als Larve den *Lyctus*-Larven und als Käfer den *Lyctus*-Käfern nachstellt. Fisher (1928) nennt den ameisenähnlichen Bethyliden, *Sclerodermus domesticus* als Feind, ohne ihn aber in bezug auf praktische Bedeutung für besonders wichtig zu halten.

Bei meiner Aufzucht von *L. linearis* wurden 2 Käfer, nämlich die Cleriden *Tillus unifasciatus* F. und *Monophylla terminata* Say., als Räuber und zwei Schlupfwespenarten der Braconide von Dr. Ferrière *Eubadizon pallidipes* Nees. und der Chalcidide *Perilampus micans* Westw. als Parasit festgestellt (beide von Dr. Ferrière bestimmt.)

Tillus unifasciatus wurde Mitte November in einem ausschließlich von *Lyctus linearis* bewohnten Holz als Käfer gefunden. Seine Larven dringen in die mit feinem Mehl vollgepressten Fraßgänge hinein und stellen den *Lyctus*-Larven nach. Die Generation scheint zweijährig zu sein, wobei das Tier einmal als Käfer überwintert.

Von *Monophylla terminata* wurden 2 Larven in Bohrgängen gefunden; eine davon wurde in Zwangszucht in eine mit Bohrmehl und kleinen Holzspänen angefüllte Glasschale gebracht, dazu wurden *L. linearis*-Larven gelegt. Es wurde hierbei beobachtet, daß die *Monophylla*-Larve über 25 *L. linearis*-Larven gefressen hat. Der Käfer war Mitte Oktober fertig. Die Larve ist weiß, fleischig, beinahe 1 cm lang, der Kopf ist etwas länglich und horizontal ausgestreckt; der Prothorax ist stark chitinisiert und das letzte Abdominalsegment ist mit zwei kleinen chitinösen Fortsätzen versehen. Der Käfer ist schwarz, 5 mm lang, und vor allem ausgezeichnet durch seine langen, breiten und plattenartig eingliedrigen Fühler, die an Paussiden-Fühler erinnern. *M. terminata* ist nach Mitteilung von Dr. Horn vom Deutschen Entomologischen Institut Berlin-Dahlem, dem ich auch die

Bestimmung verdanke, in Nordamerika und Mexiko beheimatet. Es ist mir nicht klar, wie dieses seltene Tier nach Deutschland gekommen ist.

Die Schlupfwespe *Eubadizon pallidipes* Nees. lebt als Larve im Körper der *L. linearis*-Larve. Das Weibchen steckt den langen Ovipositor in die Gefäße des Holzes hinein, um dort Eier abzulegen. Die Parasitierung der *Lyctus*-Larven geschieht wahrscheinlich in deren ersten Stadien, weil die Erscheinungszeit der Schlupfwespen übereinstimmt mit der des *L. linearis* (Anfang Mai bis Mitte Juni), wie Abb. 14 zeigt, und weil die Lebensdauer der Schlupfwespen kürzer ist als die der *linearis*-Käfer. Die Lebensdauer der Schlupfwespen ist, wenn ihnen keine Nahrung gegeben wird, wie die Versuche mit 5 ♂♂ und 5 ♀♀ ergaben, beim ♂ durchschnittlich 3,2 Tage, im Maximum 5 und im Minimum 2 Tage und beim ♀ durchschnittlich 6,2 Tage, im Maximum 8 und im Minimum 4 Tage. Die Lebensdauer wird merklich verlängert, wenn Nahrungsmittel vorhanden

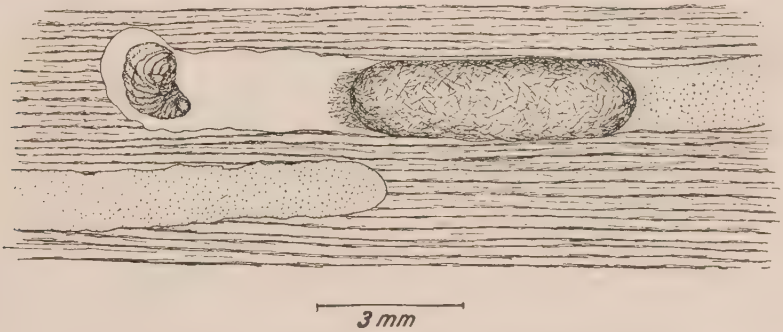


Abb. 15. Kokon von *Eubadizon pallidipes* und tote *L. linearis*-Larve.

sind. Versuche wurden mit einer mit Zuckerlösung angefeuchteten Watte ausgeführt. Hierbei war die Lebensdauer bei 17 ♂♂ durchschnittlich 5,2 Tage, im Maximum 12 Tage und im Minimum 1 Tag, während sie bei 26 ♀♀ durchschnittlich 8,5 Tage, im Maximum 20 und im Minimum 2 Tage betrug. Die Schlupfwespen saugen die Flüssigkeit sehr gerne auf.

Es ist nicht klar, wie die Parasiten in die Körper der *L. linearis*-Larven hineinkommen. Die parasitierten *L. linearis*-Larven leben und wachsen wie gesunde Larven, bis sie sich zum letzten Larvenstadium entwickeln und sogar in die Praepupae verwandeln. Die erwachsenen Schlupfwespenlarven schlüpfen aus dem Wirt aus und bilden in den Gängen oder Puppenwiegen des *L. linearis* weiße und etwas durchsichtige Kokons (Abb. 15) aus Seide. Wenn die Schlupfwespen ausgeschlüpft sind, fressen sie sich durch kleine kreisrunde Fluglöcher durch das Holz nach außen, wobei sie die dünnsten Partien auswählen. Die Fluglöcher lassen sich sehr leicht von denjenigen des *L. linearis* unterscheiden, und zwar durch ihren kleinen Durchmesser, der nur 0,4—0,7 mm beträgt. Das Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen betrug bei 69 Schlupfwespen 1 : 1,3.

Die Larve von *Eubadizon pallidipes* (Abb. 16) ist im letzten Stadium bis 4,5 mm lang und 1,2 mm breit, weiß und meist ventralwärts gekrümmt, beinlos zylindrisch, aber an beiden Enden merklich verschmälert. Der Kopf ist klein, kaum chitinisiert, an den Seiten an den Stellen der Augen ist eine Wölbung vorhanden; das Mundwerkzeug ist stark reduziert. Die Zahl der Körpersegmente beträgt 13; die Oberfläche ist mit feinen und kurzen Haaren besetzt; die Stigmen sind klein und rund und am Mesothorax und an den ersten 8 Abdominalsegmenten vorhanden. Das letzte Abdominalsegment ist klein und zeigt den Anus als horizontale Spalte.

Die Schlupfwespe ist im Männchen bis 4,8 und im Weibchen 10,8 mm (mit Ovipositor) lang und mit Ausnahme der gelb-braunen Beine schwarz. Die Stirne ist fein behaart; die Augen sind hoch gewölbt und an der Stirne befinden sich 3 Ocelli. Die Antennen sind fadenförmig, beim ♂ 28gliedrig und beinahe so lang wie der ganze Körper; beim ♀ 23gliedrig

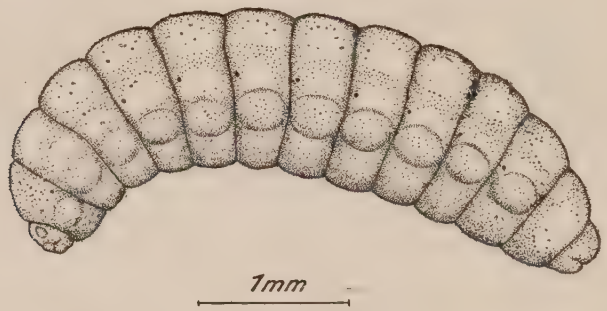


Abb. 16. Erwachsene Larve von *Eubadizon pallidipes*.

und $^3/_4$ so lang wie der Körper (ohne Ovipositor). Sie sind schwarz außer den ersten 2 braunen Gliedern, fein behaart, das 3. Glied ist so lang wie die zwei ersten Glieder zusammen; die Glieder nehmen vom 4. Glied an allmählich nach dem Ende zu an Länge ab, nur das Endglied ist länger als das vorhergehende. Der Prothorax zeichnet sich durch 3 Wölbungen aus; das Abdomen besteht aus 8 Segmenten, von denen die zwei ersten matt und die anderen glänzend sind. Der Ovipositor ist etwas länger als der Körper.

Bezüglich der praktischen Bedeutung dieser Schlupfwespen, ist die künstliche Vermehrung dieser Parasiten zur Bekämpfung natürlich schwierig. Aber es kann nicht bestritten werden, daß diese Schlupfwespen einen wichtigen Widerstandsfaktor für die Vermehrung der *L. linearis* bilden, da sie im Holz an den verschiedensten Orten Bayerns und Jugoslaviens festgestellt wurden und demnach ihre Verbreitung eine große ist.

Einige Exemplare der anderen Schlupfwespenart, des Chalcididen *Perilampus micans* Dalm, wurden auch in dem Glaszylinder gesammelt, in den die Fraßstücke von *L. linearis* eingesetzt waren. Diese Art wurde

wie schon erwähnt, von Ratzeburg (1844, 48) als fraglicher Parasit von *Lyctus* angeführt und in Dalla Torres Katalog (nach Rondani) als Parasit von *Hister picipes* und *L. linearis (canaliculatus)* angegeben.

Bemerkungen über die Bekämpfung.

Die Schäden durch *L. linearis* im verarbeiteten Holz wie Möbel, Hauseinrichtungen (Treppen, Böden), Holzgeräte und dergleichen, können darauf zurückgeführt werden, daß das Holzmaterial vor dem Verarbeiten, sei es in Holzlagern oder Fabriken, bereits von *L. linearis* heimgesucht wurde. Sie verbreiten sich im Haus infolge günstiger Lebensbedingungen stärker als im Freien und begründen so eine hartnäckige Domestikation. Die Bekämpfung bei verarbeitetem Holz ist viel schwieriger als bei Materialholz, weil man immer darauf Rücksicht nehmen muß, die Gegenstände durch die Bekämpfungsbehandlung nicht zu verderben und weil auch in der Anwendung keine Gefahr oder Unannehmlichkeit für Menschenleben entstehen darf. Die Gegenmaßnahmen gegen *L. linearis* sind infolgedessen bei verarbeitetem Holz sehr beschränkt. Es ist daher vor allem darauf zu sehen, daß das Holz bereits vor der Verarbeitung oder Verwendung gründlich von den Käfern und Larven gereinigt wird.

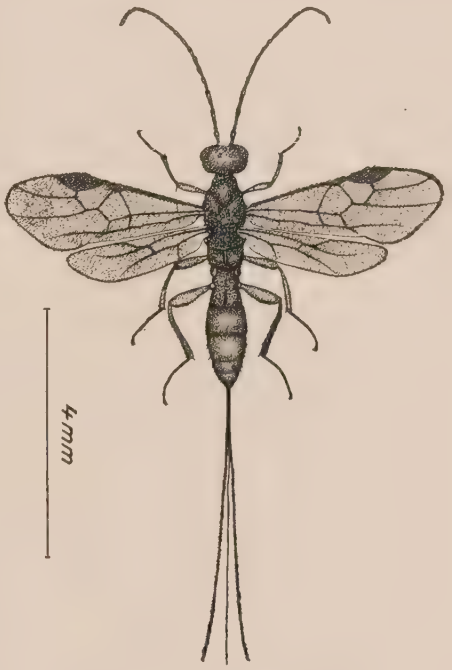


Abb. 17. *Eubadixon pallidipes* Nees. ♀.

a) Vorbeugung. — Aus der Biologie des *L. linearis* weiß man, daß das Kernholz nicht angegriffen wird, so daß es die einfachste und sicherste Maßnahme ist, bei Verarbeitung von Holzmaterial den Splint zu entfernen, was seit Nördlinger (1855 u. 62) von allen anderen Autoren auch empfohlen wurde. Falls die Entfernung des Splintes aus technischen Gründen nicht durchführbar ist, weil zu gewissen Zwecken, z. B. für Flugzeuggeräte, Tennisschläger usw. die vorteilhaften technischen Eigenschaften des Splintes ausgenützt werden, muß man die Gefäße des Holzes frühzeitig gegen Ansteckung mit Farbe, Wachs, Paraffin, Firnis und dgl. sorgfältig verstopfen, damit die Eier nicht ins Holz gelangen können. Solange die Poren der Holzoberfläche zugestopft bleiben, ist das Holz dagegen gesichert.

Es ist auch ratsam, beim gelagerten Holz die Eiablage durch Verstopfen der Gefäße zu verhindern. Hopkins und Snyder (1917) empfehlen, getrocknetes Holz durch zweimaliges Anstreichen oder Eintauchen in gekochtes Leinöl oder Kreosot zu immunisieren. Doch auch bei nicht getrocknetem Holz lasse sich Leinöl ohne Nachteil für das Trocknen anwenden; es färbe zwar das Holz etwas gelb, aber es könne beim Wagenholz ohne Nachteil für den Handel gebraucht werden. Kreosot könne in solchen Fällen, bei denen die dunkle Färbung nicht schadet, erfolgreich angewendet werden. Munro (1928) empfiehlt Zinkchlorid, Natriumfluorid und Natriumsilicofluorid. Fisher (1928) berichtet über seine Versuche, das Holz durch Eintauchen in 2- und 4prozent. Zinkchloridlösungen von 90° C zu immunisieren. Frogatt (1927) benützte zu diesem Zweck Rohöl. Snyder (1926) berichtet, daß das Holz durch Untertauchen im Wasser 4 Monate lang gegen den Angriff von *Lyctus* immun werde.

Man muß darauf achten, alle diese Schutzmaßnahmen gegen die Eiablage frühzeitig vor dem Auftreten der Käfer, also im ungeheizten Lagerplatz bis Ende April oder Anfang Mai auszuführen.

Im Holzlager ist Reinhaltung notwendig, infiziertes Holz oder Holzreste, die den Schädlingen günstige Schlupfwinkel bieten, müssen sorgfältig beseitigt werden. Es ist auch ratsam, da *L. linearis* die Finsternis bevorzugt, zur Vorbeugung gegen Ansteckung das Holzlager möglichst hell zu halten. In der Praxis ist es von großer Bedeutung, eine planmäßige Kontrolle des gelagerten Holzes durchzuführen: man soll zur Larvenzeit auf die Bohrmehlhäufchen, die sich durch ihre feine Struktur leicht vom Sägemehl unterscheiden lassen, und zur Käferzeit auf die herumlaufenden Käfer acht geben. Hopkins und Snyder (1917) empfehlen, das Holz nach Holzarten, wie Kernholz, Splintholz, Teilsplintholz und auch nach dem Alter des Trocknens zu sortieren, um bei der Kontrolle Zeit und Arbeit zu sparen. Sie raten auch das Anhäufen von altem Holz zu vermeiden, also den Lagerbestand möglichst schnell abzustoßen.

b) Bekämpfung. — Um *L. linearis* zu vertilgen, werden zweierlei Methoden in Betracht gezogen, nämlich die Anwendung von Insektiziden und von Hitze.

Bezüglich der Insektizide für *Lyctus*-Arten gaben verschiedene Autoren verschiedene Vorschriften. Nördlinger (1855) und Roughley (1923) empfehlen Quecksilbersublimat in Methylalkohol und auch mit Salmiak; aber wegen des starken Giftes ist diese Vorschrift nicht immer anwendbar. Petroleum mit Kreosot wird von Hopkins und Snyder (1917) und Roughley empfohlen. Altson (1922), Snyder und Roughley hielten die Anwendung von Orthodichlorbenzol, allein oder mit Petroleum vermengt, erfolgreich, Altson und Roughley gaben auch Paradichlorobenzol als wirksames Mittel an. Fisher (1928) gab die Vorschrift Lefroys: 91% Orthodichlorobenzol, 7% weiße Castilseife und 2% Zedernöl als vorzügliches Insektizid für die infizierten Möbel und Hauseinrichtungen.

Ich selbst habe Versuche mit einem neuerdings in den Handel gebrachten Präparat, einem chlorierten Kohlenwasserstoff, das unter dem Namen „Xylamon" im Handel ist (Consolidirte Alkaliwerke, Westeregeln, Bez. Magdeburg),[1]) Versuche gegen *Lyctus linearis* gemacht, die völlig erfolgreich verliefen. Die Probestücke waren 3 Eichenholzstücke, 4 : 7 : 9 cm groß. Die Holzflächen waren rauh gesägt. Die Larvengänge verbreiteten sich bis 1 cm tief. Diese Probestücke wurden einmal mit Xylamon angestrichen; nach 4 Tagen wurden sie geschält und untersucht. Xylamon dringt gut ins Holz, auch in die mit Bohrmehl verstopften Bohrgänge ein. Bei der Untersuchung des Holzes fiel mir auf, daß die Bohrgänge ganz dunkelbraun gefärbt waren. Alle Larven bis in 1 cm Tiefe waren tot. An gewachster Holzfläche ist das Eindringen von Xylamon schlechter, deshalb ist es notwendig, zuerst das Wachs zu entfernen.

Die Bekämpfung mit gasförmigen Mitteln wie Hydrocyangas, Kohlenstoffbisulfit, Schwefeldioxyd, Kohlenstofftetrachlorid, Chlorpikrin, Schwefel, Benzol usw. wurden von Gahan (1925), Hopkins, Snyder, Altson usw. als erfolgreich angesehen, aber diese Methoden haben den großen Nachteil, daß manche Mittel sehr giftig sind und man dazu auch noch spezielle Einrichtungen benötigt.

Nach Altson (1922), Snyder und St. George (1924) und Fisher (1928) ist die Vernichtung durch Hitze die ökonomisch am besten durchführbare Methode in größerem Maßstab, die beispielsweise in Möbelfabriken erfolgversprechend durchgeführt wird. Bei dieser Methode unterscheidet man zweierlei Verfahren: 1. die Behandlung durch trockene Hitze und 2. durch feuchte Hitze (Dampf). Im ersteren Fall wurde von Altson die Temperatur von 149° F (65,5° C) als die Tötungstemperatur festgestellt; diese Temperatur muß 2 Stunden für das Holz von 1 inch (2,55 cm) Dicke und noch 1 Stunde für jede weitere Dicke von einem inch gehalten werden. Snyder (1923) brauchte bei der Temperatur 180° F (82,2° C) mindestens $1\,^1/_2$ Stunden, wenn die Feuchtigkeit den Sättigungspunkt nicht erreichte.

Es zeigen sich aber Nachteile, wenn man das Holz einer hohen trockenen Hitze aussetzt, besonders bei Holzmaterial, bei dem eine große strukturelle Stärke, wie bei Flugzeugmaterial gewünscht wird. Das Holz verzieht sich, die Holzfasern werden schwächer und das Holz wird gefärbt. So kann dieses Verfahren nicht allgemein empfohlen werden.

Was die feuchte Hitze anbelangt, so berichten hierüber mehrere Autoren wie Snyder, St. George, Fisher und Stillwell. Fisher faßt 1928) seine Versuche dahin zusammen: Temperaturen niedriger als 125° F (52,1° C) sind für *Lyctus* nicht tödlich, auch wenn sie $1\,^1/_2$—2 Stunden aufrecht erhalten werden; Temperaturen über 130° F (54,9° C) bei 100prozent. Feuchtigkeit sind für *Lyctus* tödlich, wenn sie $1\,^1/_2$ Stunden aufrecht er-

[1]) Siehe Escherich, K., Neue Wege auf dem Gebiete des Holzschutzes. Der Deutsche Forstwirt Nr. 32 (19. April), 1932.

halten werden. Er schreibt für die praktische Behandlung vor, daß außer dieser Zeitdauer die Temperatur von 130° F (54,9° C) für jede Dicke von 1 inch (2,55 cm) gebraucht werden muß, um das verzögerte Eindringen der Temperatur im Holz zu überwinden und daß es auch nötig ist, noch $^1/_2$ Stunde als Sicherheitsfaktor hinzuzurechnen.

Stillwell (1928) legte dar, daß bei der Darrentrocknung des Holzes die Bekämpfung von *Lyctus* durch Dämpfen gleichzeitig durchzuführen sei, und zwar in folgender Weise: zuerst führt man die Bekämpfung durch Aussetzen des Holzes in tödlicher Temperatur über 130° F (54,9° C) mit 100prozent. Feuchtigkeit auf $^1/_4$—$^1/_2$ Tag durch, dann läßt man das Holz in mehreren Phasen, bei welchen die Temperatur jedesmal um 5° F (2,8° C) erhöht und die Feuchtigkeit allmählich vermindert wird, bis die letzte Phase eine Temperatur von 155° F (68,9° C) und eine Feuchtigkeit von 45% hat. Man setzt das Holz jeder Phase 2—5 Tage aus.

Dabei muß berücksichtigt werden, daß so desinfiziertes Holz gegen weitere Angriffe des *Lyctus*, wie Fisher feststellte, nicht sicher ist und daß es nötig ist, solches Holz möglichst rasch zu verarbeiten und auch Schutzmaßnahmen gegen weitere Angriffe anzuwenden.

Als Zeit der Bekämpfung müssen jene Monate gewählt werden, in denen kein Käfer auftritt, und zwar bei ungeheiztem Lager die Monate Juli bis April, damit die Eiablage in das desinfizierte Holz vermieden wird.

Zusammenfassung.

1. Das Ei ist länglich, etwa hantel- oder bisquittförmig und am Vorderende mit einem stielförmigen Fortsatz versehen.
2. Die erste Larve ist durch die viel kürzere Kopfkapsel und kleine chitinöse Fortsätze am letzten Segment von der erwachsenen Larve verschieden.
3. Die Larve hat in jedem Stadium einen aus Mandibelfortsätzen, Epipharynx und Hypopharynx bestehenden Mahlapparat.
4. Der Dünndarm hat gleich nach dem Pylorus eine große sackartige Ausstülpung.
5. Die Malpighischen Gefäße der Larven gehen Verwachsungen mit dem hinteren Teil des Dünndarms ein.
6. Die beiden Geschlechter sind an den Puppen leicht zu unterscheiden, jedoch nicht an den Käfern.
7. Jeder Hoden besteht aus 7 Hodenschläuchen (bei *L. brunneus* nach Altson aus 6). Die Samenleiter (Vasa deferentia) und Anhangdrüse der Samentasche (Vesicula seminalis) sind viel länger als bei *L. brunneus*.
8. Das Ovarium hat 7 Eiröhren (nach Altson bei *L. brunneus* 14). Der Eikelch dient als Reservoir der legereifen Eier; es wurden bis zu 12 Eier in einem Eikelch festgestellt.

9. Die Eier werden nur in die Gefäßbündel des Holzes abgelegt, wobei die Weibchen eine bestimmte Größe von Gefäßkapillaren bevorzugen. Die Eiablage wurde bei relativer Luftfeuchtigkeit von 75—78% zwischen 12—28° C festgestellt; die optimale Temperatur scheint zwischen 17—23° C zu liegen. Die Embryonalentwicklung brauchte im Juni höchstens 11 Tage.
10. Die Zeitdauer der Puppenperiode ist je nach der äußeren Temperatur verschieden, sie schwankte im April und Mai zwischen 8—21 Tagen.
11. Die Lebensdauer der Käfer war im höchsten Fall 38 Tage, aber durchschnittlich 11—12 Tage nach dem Auskommen aus dem Holz. Es dauert ca. 2 Tage bis die aus den Puppen sich entwickelten Käfer an der Oberfläche erscheinen.
12. Es wurden zwei Cleriden, *Tillus unifasciatus* und *Monophylla terminata* als Räuber festgestellt, außerdem mehrere Schlupfwespen, der Braconide *Eubadizon pallidipes* Nees. und der Chalcidide *Perilampus micans* Dalm. gezogen.
13. Das Holz kann gegen Schaden von *L. linearis* gesichert werden, wenn der Splint bei Benützung des Holzes entfernt wird oder die Gefäße an den Holzoberflächen durch Anstrich usw. verstopft werden. Mit „Xylamon" wurden alle Larven bis in 1 cm Tiefe im Holz mit rauh gesägten Oberflächen getötet.

Literatur.

1. Altson, A. M., Beetles damaging seasoned Timber, with an account of their Ravage and the Methods of Traetment. Rpt. Timber Trade Journ. W. Rider u. Son Ltd. London 1922.
2. — — On the young Larvae of *Lyctus brunneus* Steph. Ann. Appl. Biol. 9, S. 187 bis 196, 1922.
3. — — On the Method of Oviposition and the Egg of *Lyctus brunneus* Steph. Journ. Linn. Soc., Zool. 35, S. 217—227, 1923.
4. — — On the Genital System of *Lyctus brunneus* Steph. with a note on *Lyctus linearis* Goeze. Ibid. 35, S. 581—596, 1924.
5. Buchner, P., Holznahrung und Symbiose. 1928.
6. — — Tier und Pflanze in Symbiose. 1930.
7. Clark, S. H., On the Relationship between Vessel Size of Woods and their Liability to *Lyctus* attack. Forest Prod. Res. Bull 2, S. 29—34, 1928.
8. Dalla Torre C. G. de, Catalogus Hymenopterorum. V, S. 355, 1898.
9. Dugès, E., Métamorphose du *Lyctus planicollis* Le Conte. Ann. Soc. Ent. Belgique 27, S. 54—59, 1883.
10. Elliott, E. A., und Morley, C., On the Hymenopterous Parasites of Coleoptera. Trans. Ent. Soc. S. 7—75, London 1907.
11. Escherich, K., Über das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen in dem Darmkanal eines Käfers. Biol. Centrlbl. S. 350—358, 1900.
12. — — Die Forstinsekten Mitteleuropas I, II, 1914, 1923.
13. Fisher, R. C., Powder-post Beeties. Forest Prod. Res. Bull. 2, S. 1 - 25, 1928.
14. Frogatt, W. W., The Powder-post Beetle and its Parasites. Agr. Gaz. N. S. W. 31, S. 273—276, 1920.

15. Frogatt, W. W., Forest Insects and Timber Borers. 1927.
16. Gahan, C. J., Furniture Beetles. Brit. Mus. Nat. Hist. Econ. Ser. 11, 1925.
17. Heeger, E , Beiträge zur Naturgeschichte der Insekten, Naturgeschichte von *Lyctus pubescens* Fab. Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss., Math.-Naturw. 11, S. 938—939, 1853.
18. Hopkins, A. D., und Snyder, T. S., Powder-post Damage by Lyctus-Beetles to seasoned Hardwood. U. S. Depart. Agr. Farm. Bull. S. 778, 1917.
19. Imms, A. D., A General Textbook of Entomology. 1925.
20. Kaltenbach, J. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. S. 133, 546, 644, 1874.
21. Komárek, J., Vernichtung der Parkettböden durch *Lyctus linearis (canaliculatus)* Goeze. Anz. Schädlingsk. 11, S. 145—148, 1926.
22. Marcus, B. A., Untersuchungen über die Malpighischen Gefäße bei Käfer. Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere 19, S. 609—677, 1930.
23. Munro, J. W., The Larvae of the Furniture Beetles of the Families Anobiidae and Lyctidae. Proc. Roy. Phys. Soc. 19, S. 220—236, 1915.
24. — — Beetles Injurious to Timber. Forest. Commiss. Bull. 9, 1928.
25. Nördlinger, H., Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. 1855.
26. — — Der Splintkäfer, *Lyctus canaliculatus* Krit. Bl. Forst- u. Jagdwiss. S. 234 bis 236, 1862.
27. Perris, E., Larves des Coléoptères. Ann. Soc. Linn. Lyon. 23, S. 60—63, 1876.
28. Ratzeburg, F. T. C., Die Ichneumonen der Forstinsekten I, II, III, 1844, 48, 52.
29. Roughley, T. C., and Welch, M B., Wood Borers Damaging Timbers in Australia. Tech. Mus. Bull. 8, 1923.
30. Rupertsberger, M., Die Biologische Literatur über Käfer Europas von 1880 an. S. 181, 1894.
31. Sharp, D., and Muir, F., The Comparative Anatomy of the Male Genital Tube in Coleoptera. Trans Ent. Soc. S. 477—642, London 1912.
32. Snyder, T. S., Egg and Manner of Oviposition of *Lyctus planicollis*. Journ. Agr. Res. 6, S. 273—276, 1916.
33. — — High Temperatures for the Control of *Lyctus* Powder-post Beetles. Journ. Forest. S. 810—814, 1923.
34. — — Preventing Damage by *Lyctus* Powder-post Beetles. U. S. Depart. Agr. Farm. Bull. 1477, 1926.
35. — — Defects in Timber caused by Insects. U. S. Dept. Agr. Bull. 1490, 1927.
36. Snyder, T. S , and St. George, R. A., Determination of Temperature fatal to Powder-post Beetle, *Lyctus planicollis* Le Conte, by Steaming infested Ash and Oak Lumber in Kiln. Journ. Agr. Res. 28, S. 1033—1038, 1924.
37. Stein, F., Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insekten. I. Monographie. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. 1847.
38. St. George, R. A., Egg and First stage Larva of *Tarsostenus univittatus* Rossi. Journ. Agric. Res. 29, S. 49—51, 1924.
39. Stillwell, S. T. C , The Principles of Kiln seasoning of Timber. Forest. Prod. Res. Bull. 2, S. 26—28, 1928.
40. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kiefern-eule *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. angew. Ent. 17, S. 475—562, 1931.

Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der Metamorphose getreidebewohnender Halticinen.

Von

Hans Blunck.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

(Mit 14 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

I. Vorbemerkung 357
II. *Crepidodera ferruginea* Scop. 359
A. Vorkommen 359
B. Nahrung der Vollkerfe 360
C. Geschlechtsleben 365
D. Jugendperiode 365
1. Ei und Embryo 365
2. Larve 366
a) Morphologie 367
aa) Allgemeine Kennzeichen 368
bb) Besonderheiten des ersten Stadiums (Junglarve) 372
cc) Besonderheiten des zweiten Stadiums 374
dd) Besonderheiten des dritten Stadiums (Altlarve) 374
b) Lebensgewohnheiten 375
3. Puppenruhe 381
E. Entwicklungszyklus 382
III. *Chaetocnema aridula* Gyllh. 382
IV. *Chaetocnema aridella* Payk. (*hortensis* Weise) 384
V. *Phyllotreta vittula* Redtb. 385
VI. Zusammenfassung 390
Literatur 391

* * *

I. Vorbemerkung.

Über die an Gräsern lebenden Halticinen sind unsere Kenntnisse noch recht dürftig. Das Mißliche dieses Zustandes drängt sich besonders auf, wenn es sich darum handelt, in und an Getreide lebende Larven der Käfer zu determinieren. Unsere phytopathologischen Leitwerke versagen dann. Da der Befall zuweilen ertragsschmälernden Umfang annimmt, schien es mir der Mühe wert, der Frage nachzugehen, welche Flohkäfer bei uns

als Getreidebewohner eine Rolle spielen, wie sich ihre Metamorphose abspielt und wie ihre Larven morphologisch charakterisiert sind. Die Ergebnisse sind noch lückenhaft, es besteht aber wenig Aussicht, sie in Bälde aufzufüllen. Ich teile sie daher nachstehend mit.

Die des Getreidefraßes beschuldigten Halticinen verteilen sich auf die Gattungen *Crepidodera* Chevr., *Chaetocnema* Stephens, *Psylliodes* Latr. und *Phyllotreta* Foudras.

Die Gattung *Crepidodera* stellt wahrscheinlich mehrere Gramineenbewohner, sie ist in dieser Hinsicht aber noch besonders wenig untersucht. Unter anderen gehört die in meinem Arbeitsgebiet häufige *Cr. ferruginea* Scop. hierher. Mit dieser Art habe ich mich daher am eingehendsten befaßt.

Am häufigsten werden Vertreter der eine Vorliebe für Gräser bezeigenden Gattung *Chaetocnema* als Getreideschädlinge genannt, nämlich die Arten *aridula* Gyllh., *aridella* Payk., *concinna* Marsh. und *tibialis* Illig. Über die beiden Erstgenannten wird noch zu handeln sein. *Ch. concinna* soll nach Maslowskiĭ (1929 S. 678—679) 1926 in Transbaikalien große Flächen mit Sommerweizen durch Zerstören der Halme schwer mitgenommen haben. Da der Käfer aber, wie allgemein bekannt, sonst nur an Polygonaceen (Heikertinger, 1925 S. 18—19) lebt und auch seine Larve an Wurzeln von Rhabarber, Buchweizen und Ampfer (1929 S. 145 bis 164) aufwächst, ist diese Angabe, wie ich Mesnil (1930 S. 204) beipflichte, höchst unglaubwürdig. *Ch. tibialis* Illig. wird gelegentlich von russischen Autoren in der Reihe der Getreideschädlinge mit genannt. Dieser sonnenhungrige Käfer (Schaufuß 1916 S. 992) ist aber gemeinhin auf Chenopodiaceen zu treffen (Heikertinger in Reitter 1912 S. 164, Heikertinger 1925 S. 81—82) und in den wärmeren Teilen Europas als Rübenschädling nicht unbekannt (Picard 1913 S. 129—137, 1914 S. 390—391, Rambousek 1925, 1927 Sep. S. 16, Anon. Bol. Pat. 1927 S. 163—181, Scott 1929 S. 69—82, Kovačević 1929 S. 37, Menozzi 1930). Ebendort miniert und bohrt seine Larve nach Picard (1914 S. 390—391) in den Blattspreiten und Blattstielen. Wassiliew (1915, 74 S.) will in Gemeinschaft mit Miserowa die Larve im Mai und Juni im ersten Internodium von Gerstepflanzen gefunden und zum Vollkerf aufgezogen haben. Die Richtigkeit der Determination soll nachkontrolliert sein. Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 54) scheinen aber doch Zweifel in die Zuverlässigkeit dieser Angaben zu setzen, und ihrer Meinung möchte ich mich anschließen. *Ch. tibialis* Illig. kommt als Getreideschädling zum mindesten im Larvenzustand wohl kaum in Frage.

Aus der Gattung *Psylliodes* figurieren hier nur *picina* Marsh. und *luteola* Müll. Die in Deutschland nicht häufige (Reitter 1912 S. 209) *Ps. picina* Marsh. soll in feuchten Auen an *Cirsium palustre* Scop., *Lythrum salicaria* L. (Schaufuß 1916 S. 996) und *Lysimachia vulgaris* L. (Reitter 1925 S. 90) zu treffen sein. Über Fraß an Getreide liegt wohl

nur die aus dem Jahre 1913 stammende Mitteilung von Dobrowliansky (1914 S. 332—338, 1915) vor, wonach der Käfer im Bezirk von Kiew 1913 im Frühjahr Getreide schwer mitgenommen haben soll. Im August wurde er auf Gerste beobachtet. Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 54) erinnern aber daran, daß das von Dobrowliansky diesem Käfer zugeschriebene Schadbild auch von der bei Kiew häufigen *Phyllotreta vittula* stammen kann. Über die Larve ist mir nichts bekannt.

Psylliodes luteola Müll. hält sich nach Heikertinger (in Reitter 1912 S. 209 und Heikertinger 1925 S. 89) gern auf Eichen- und anderm Gebüsch auf. Über Fraß an Getreide berichtet wiederum nur Dobrowliansky (1915). Der Käfer soll im Bezirk von Kiew im Frühjahr 1914 an Wildgräsern und Getreide gefressen, über Sommer Eichenblätter skelettiert und im August wieder auf Getreide zurückgekehrt sein, um dort sehr schädlich zu werden. Ich kenne diesen Erdfloh von Naumburg her wohl, habe ihn aber nicht an Getreide gesehen. Seine Larve ist noch unbekannt.

Die Phyllotreten sind bekanntlich an kreuzblütigen Gewächsen und deren nächsten Verwandten zu Hause. Nur *Ph. vittula* Redtb. hat sich emanzipiert und lebt zeitweilig an Gräsern. Sie wird hier zum mindesten als Vollkerf zuweilen empfindlich schädlich. Der Käfer vertritt die letzte Art, mit der wir uns hier zu beschäftigen haben.

II. Crepidodera ferruginea Scop.

A. Vorkommen.

Der Käfer ist über ganz Europa, den Kaukasus und Kleinasien verbreitet (Schaufuß in Calwers Käferbuch Bd. 2, 1916 S. 985), scheint aber besonders häufig in Nordeuropa, und zwar in Skandinavien und Norddeutschland aufzutreten. Er soll nach Weise (1886 S. 704) auf trockenen Grasplätzen gemein sein, liebt aber, wie ich Heikertinger (in Reitter Bd. 4 1912 S. 151) bestätige (vgl. a. v. Heyden 1904 S. 306), mehr noch feuchte Orte, nämlich Wiesen und Auen oder taufrische Stellen, wie die Nachbarschaft von Wasserläufen und Gebüsch. In solchen Lagen traf ich ihn schon vor Jahren vereinzelt in der Provinz Sachsen. So wurde ein Stück vom 18. Juli 1919 auf einer Salzwiese an Disteln bei Bad Kösen, ein zweites am 4. September 1919 etwas weiter saaleabwärts auf einer Wiese bei Leißling und ein drittes am 13. August 1920 auf einem feuchten Feldrain neben junger Rapssaat bei Naumburg a. S. gefangen. Ungleich häufiger sah ich die Art in Schleswig-Holstein. Bei meinen auf Ackerland beschränkten, ab 1926 laufenden biozönotischen Erhebungen ist mir der Käfer dort allerdings nur ziemlich selten ins Netz geraten, so in je einem Stück am 5. August 1926 auf Wintergerstenstoppel in Schrevenborn bei Kiel, am 1. August 1930 und wieder am 5. d. Mts. auf ab-

blühendem Weißklee in Kitzeberg bei Kiel, schließlich ebenda in zwei Stücken am 19. August 1930.

Größer wurde die Ausbeute erst, als wir im Sommer 1931 systematisch nach *Crepidodera*-Arten zu fahnden begannen. Auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Kitzeberg zeigten sich die ersten Stücke im Juli. Im August konnten ebendort bei günstigem Wetter in ein- bis zweistündigem Suchen mit dem Ketscher täglich 20 – 30 Käfer gefangen werden. Vereinzelt fanden die Tiere sich auf Weißklee- und anderen Kleeparzellen sowie auf reifender, mit noch grünen Nachschossern durchsetzter Sommergerste, ebenso im Schatten von Obstbäumen auf stark vergrastem und verunkrautetem Boden. Gemein waren sie auf Wiesen an Waldrändern in hohem Gras und Kraut, also an Stellen, die, ohne unter stauender Nässe zu leiden, sich durch verhältnismäßig hohe Feuchtigkeit auszeichneten. Hier brachte der Einheitsfang (30 Fangschläge) durchschnittlich 1—3 Käfer. *Cr. ferruginea* trat in Kitzeberg an solchen Orten vergesellschaftet mit *Cr. transversa* Marsh. auf. Beide Arten waren im August dort genähert gleich häufig. An feuchten, nicht zu kalten Tagen war die Ausbeute etwas größer als bei trockenem Wetter.

Nach Heikertinger (Reitter l. c. S. 151) kann man dem Käfer von Ende Mai bis in den Spätherbst begegnen. Am reichlichsten soll er von Juni bis August vorhanden sein. Mir ist er in Schleswig-Holstein nach September nicht mehr ins Netz gegangen. Im Jahre 1931 nahmen die Käfer schon in der 2. Septemberwoche ziemlich plötzlich ab. Am 11. September wurden in Norby bei Rieseby noch 2, in Kitzeberg noch 1 Käfer gefangen. Nach der Monatsmitte ist mir im Freiland kein Stück mehr zu Gesicht gekommen. Da auch das eingezwingerte Material sich nicht über diese Zeit hinaus halten ließ — das letzte Individuum zeigte sich am 17. September —, ist wohl anzunehmen, daß mit Herbstbeginn die Lebenszeit der Käfer abgelaufen ist und daß auch die Nachzügler noch im Laufe des September eingehen. *Cr. ferruginea* überwintert also als Vollkerf bei uns nicht.

Nach Heikertinger (in Reitter l. c. S. 151) soll sich der Käfer erst abends in größeren Mengen zeigen.

B. Nahrung der Vollkerfe.

Der Frage nach der natürlichen Nahrung unserer Art ist vor allem Heikertinger (1925 S. 13) nachgegangen. Er traf sie wiederholt auf Disteln und sah eingetragene Stücke an diesen Pflanzen eifrig fressen, so an *Carduus nutans, Card. acanthoides*, *Cirsium canum* und *Cirs. arvense*. Schwächer wurden *Cirs. lanceolatum* und *Cirs. oleraceum* angenommen. In Gefangenschaft fraßen die Käfer weiter an *Centaurea scabiosa*. Dennoch möchte Heikertinger weder *Carduus* und *Cirsium* noch *Centaurea* als charakteristische Nährpflanze ansprechen. Seine Fütterungsversuche zeitigten nämlich keine einheitlichen Ergebnisse. Überdies waren die Käfer im

Freiland häufiger und zahlreicher auf anderen Pflanzen und an Orten zu treffen, wo insbesondere *Carduus* nicht nachzuweisen war. Ähnlich liegen die Dinge in bezug auf die Brennessel. *Urtica dioica* wurde in Kultur manchmal angenommen, manchmal verschmäht. Fast stets befraßen die eingezwingerten Käfer dagegen den Beinwell *Symphytum officinale*, auf dem sie im Freiland aber nicht nachzuweisen waren. Dort sah der Verfasser sie nur an *Trifolium repens* fressen. Fütterungsversuche mit dieser Pflanze und anderen Papilionaceen wie *Vicia sepium*, *V. cracca*, *Medicago sativa* und *Lotus corniculatus* lieferten dagegen kein klares Bild. Heikertinger stellt daher abschließend fest: „Die Nährpflanzen dieser Art bleiben noch sicherzustellen." Die bei anderen Autoren zu treffenden Angaben über Standpflanzen und Nahrung des Käfers sind noch weit dürftiger. Bei Gyllenhal (1813 S. 552) steht zu lesen: „Habitat in plantis et gramine frequens, praesertim in Caricibus, locis humentibus." Bei Zetterstedt (1840 S. 224) heißt es: „Hab. in graminosis Lapponiae passim . . .". Nördlinger (1869 S. 259) und Kaltenbach (1874 S. 728) wissen über die Futterpflanzen des Käfers nichts Eigenes zu sagen. Auch bei Schaufuß (l. c. 1916 S. 985) heißt es nur kurz: „. . . auf Grasplätzen, an Disteln und Brennnesseln."

Ich habe den Käfer im Freiland beim Fraß nicht beobachten können. Es fiel mir lediglich auf, daß die Ausbeute bei Ketscherfängen in klee- und distelreichen Beständen oft auffällig groß war. Die Tiere traten dort zuweilen ebenso zahlreich wie in reinen Gramineenbeständen auf. Die Disteln waren kräftig befressen, ohne daß ich aus dem Fraßbild mit Sicherheit auf *Cr. ferruginea* hätte schließen dürfen.

Um in die Frage nach den Futterpflanzen Licht zu bringen, setzte ich daher mit eingezwingertem Material eine größere Zahl von Fütterungsversuchen an. Je nach der Ausbeute unserer Ketscherfänge wurden im August und Anfang September 1931 einige wenige bis viele Käfer teils in Petrischalen mit abgeschnittenen Blättern der zu prüfenden Pflanzen und etwas Fließpapier, teils an getopften und gebeutelten Pflanzen untergebracht. Gereicht wurden in erster Linie solche Kräuter und Gräser, die bereits als Futter des Käfers in der Literatur genannt sind. In der nachstehenden Tabelle sind die befressenen Pflanzen durch +, die stark befressenen durch ++, die nicht angenommenen durch — und diejenigen Pflanzen, bei denen das Ergebnis zweifelhaft blieb, durch +- kenntlich gemacht.

Gramineae.

\+ — *Phalaris arundinacea* L., + — *Phleum pratense* L., + — *Alopecurus pratensis* L., + *Agrostis stolonifera* E. Meyer, + *Aira caespitosa* L., + *Holcus lanatus* L., + *H. mollis* L., + — *Trisetum flavescens* P. B., + — *Avenastrum pubescens* Huds., — *Arrhenatherum elatius* M. u. Koch, + *Avena sativa* L., + *Bromus secalinus* L., + *Bromus inermis* Leysser,

+ *B. mollis* L., + *Festuca elatior* L., — *F. ovina* L., + *F. rubra* L., + *Dactylis glomerata* L., + *Cynosurus cristatus* L., + *Poa annua* L., + — *P. trivialis* L., + — *P. pratensis* L., + + *Triticum* (*? vulgare* Vill.), + + *Secale cereale* L., + + *Hordeum* (*? vulgare*), + *Lolium perenne* L., + + — *L. italicum* Al. Br., + *L. multiflorum* Lmk., *L. annuum var. Westerwoldicum.*

Rosaceae.

— *Filipendula Ulmaria* Maxim., — *Rubus* sp.

Papilionaceae.

+ *Ornithopus sativus* Brotero, + *Onobrychis sativa* Lmk., + *O. viciaefolia* Scop., + *Vicia sativa* L., *?* + *V. villosa* Roth, — *V. silvatica* L., + — *Lathyrus silvester* L., + *L. latifolius* L., — *Anthyllis vulneraria* L., + *Lotus corniculatus* L., + *L. uliginosus* Schkuhr., — *Melilotus officinalis* Desr., + *M. albus* Desr., — *Medicago lupulina* L., — *M. media* Pers., + — *M. sativa* L., + + *Trifolium repens* L, + (*?* + +) *T. hybridum* L., + (*?* + +) *T. incarnatum* L., + + *T. pratense* L.

Urticaceae.

+ + *Urtica dioica* L., + *Cannabis sativa* L.

Polygonaceae.

+ + *Polygonum* sp., + *Rumex acetosella* L. (*? acetosa* L.).

Chenopodiaceae.

? — *Beta* sp., + *Atriplex* sp.

Caryophyllaceae.

+ *Stellaria media* Cyrillo.

Lythraceae.

+ — *Lythrum salicaria* L.

Oenotheraceae.

— *Epilobium hirsutum* L., + — *E. angustifolium* L, — *Oenothera biennis* L.

Oxalidaceae.

+ *Oxalis Boviana* Lodd.

Umbelliferae.

+ *Aegopodium podagraria* L.

Primulaceae.

— *Anagallis ? arvensis* L.

Plantaginaceae.

+ *Plantago ? major* L.

Convolvulaceae.

+ *Convolvulus ? arvensis* L.

Boraginaceae.

+ + *Symphytum* sp., + + *Borago officinalis* L.

Labiatae.

+ — *Salvia pratensis* L.

Scrophulariaceae.

— *Verbascum phlomoides* L., — V. *thapsiforme* Schrader.

Cruciferae.

+ — *Isatis tinctoria* L., + — *Cochlearia officinalis* L., — *C. armoracia* L., — *Sisymbrium strictissimum* L., + — *S. austriacum* Jacq., — *Hesperis matronalis* L., + — *Brassica campestris* L., + *B. napus* L., + — *B. oleracea* L., + — *Sinapis arvensis* L., — *Bunias orientalis* L.

Compositae.

— *Helianthus* sp., + *Galinsoga parviflora* Cav., + — *Achillea ptarmica* L., — *Chrysanthemum segetum* L., + — *C. leucanthemum* L., — *Tanacetum vulgare* L., + + *Artemisia vulgaris* L., — *Bellis perennis* L., — *Solidago virga-aurea* L., + *Tussilago farfara* L., — *Petasites officinalis* Moench, — *Senecio sarracenicus* Koch, + *Eupatorium cannabinum* L., — *Inula britannica* L., + — *Calendula officinalis* L., — *Gnaphalium* sp., + + *Arctium majus* Gaertn., + — *Carduus nutans* L., + + *Cirsium oleraceum* L., + + *Centaurea scabiosa* L., — *C. cyanus* L., + — *C. alba* L., + — *C. axillaris* Willd., + + *Silybum Marianum* Gaertn., + + *Cnicus acaulis* Willd., + + *C. canus* Roth., + — *C. ? heterophyllus* Roth., — *Carlina vulgaris* L., + — *Serratula tinctoria* L., — *S. coronata* L., + *Cichorium intybus* L., + — *Hieracium aurantiacum* L., + *Sonchus paluster* L., + *S. oleraceus* L., + — *Lactuca perennis* L., + — *L. scariola* L., + + *Taraxacum officinale* Weber, + — *Tragopogon pratensis* L.

Danach hat der Käfer eine große Zahl von Pflanzenarten aus sehr verschiedenen Verwandtschaftskreisen angenommen. Wir finden unter den befressenen sowohl Monokotyledonen wie Dikotyledonen. Die 29 dem Käfer gereichten Gramineen-Arten wurden mit nur 3 Ausnahmen sämtlich und zum Teil sehr stark befressen. Am besten schienen den Tieren die 3 Getreidearten Roggen, Weizen und Gerste (Abb. 1) zuzusagen, während Hafer weniger stark mitgenommen wurde. Bevorzugt wurden die Blattspitzen (Abb. 1 links) beplätzt. Seltener befraßen die Kafer die Blätter vom Rande (Abb. 1 rechts) her, häufiger von der Fläche (Abb. 1 Mitte links) aus, wobei es zu Lochbildungen in der Blattspreite kam. Nach den

Gräsern wurden die Schmetterlingsblütler am liebsten angenommen. Von 20 Arten wurden nur 5 verweigert. Kleearten schienen die Käfer zuweilen noch lieber zu befressen als Getreide. Bei allen Papilionaceen entstand das Bild des Lochfraßes. Auch die Korbblütler wurden in der Mehrzahl noch gern angenommen. Von 38 Arten wurden nur 12 vollständig verweigert. Disteln, Beifuß, Kletten, Flockenblume, Mariendistel, Butterblume und Bocksbart wurden etwa ebenso gern wie Kleeblätter angenommen. Besonders dickfleischige Blätter wurden nur beplätzt, die übrigen durchlöchert. Die in nur geringer Auswahl gereichten Nessel-, Knöterich-, Nelken-. Sauerkleegewächse und Schirmblütler, Wegerich- und Winden-

Abb. 1. Blattstücke von Sommergerste, von *Crepidodera ferruginea* Scop. befressen. Labor.-Kultur 26. 8. 1931.

gewächse wurden sämtlich angenommen, aber nicht sonderlich stark befressen. Die beiden zur Verabreichung gekommenen Boretschgewächse wurden aber kräftig beplätzt. Von den beiden angebotenen Gänsefußgewächsen wurde nur eine Meldeart angenommen. Weiderichgewächse, Lippenblütler und Kreuzblütler wurden meistens vollständig verweigert oder nur in Spuren befressen. Nur der Raps wurde regelmäßig angenommen, Gänzlich verweigert wurden Rosen-, Primeln- und Braunwurzgewächse. Von 3 Nachtkerzengewächsen wurde nur eins in Spuren befressen.

Ein abschließendes Urteil über die Futterpflanzen von *Cr. ferruginea* ist auf Grund dieser Versuche noch nicht möglich. Schon jetzt läßt sich aber sagen, daß der Käfer augenscheinlich sehr polyphag ist und daß er mit Vorliebe Gramineen, Papilionaceen, Compositen und Boraginaceen befrißt.

C. Geschlechtsleben.

Die Begattung wurde schon von Zetterstedt (1840 S. 224) beobachtet. Heikertinger (1925 S. 13) sah die Käfer Anfang, Mitte und Ende August in Vereinigung. Auch Schaufuß (l. c. 1916 S. 985) verzeichnet die Kopula für August. Gleichsinnig liegen meine eigenen Beobachtungen. Von 8 am 16. und 17. August 1931 in Kitzeberg eingetragenen Käfern vereinigten sich 6 schon in den ersten Stunden, wie denn die Gefangenschaft überhaupt die Erledigung der Fortpflanzungsgeschäfte dieser Tiere nicht zu hemmen scheint. Viele blieben 12 bis genähert 24 Stunden in Vereinigung.

Auch die Eiablage fällt, wie schon Heikertinger (1925 S. 13) meldet, in den August. In einem am 13. August 1920 bei Naumburg eingetragenen Weibchen fand ich 8 ausgewachsene Eikeime. Ein am 20. August 1931 in Kitzeberg zur Präparation gekommenes Weibchen barg 5, ein zweites 10 genähert legereife Eier. Dazu traten bei den ersten Weibchen 7 und bei den zweiten reichlich 20 Eikeime, in denen die Dotteranreicherung sich schon durch die gelbe Farbe bekundete. Da die Tiere, nach Stichproben zu urteilen, in jedem Ovar etwa 10 Eiröhren (Mindestzahl 6, Höchstzahl 11), im ganzen also 20 Eiröhren besitzen und in jedem mindestens 2—3 Eier zur Ausbildung bringen, produzieren sie im ganzen mindestens 50 Eier. Es ist aber sehr wohl möglich, daß die Abgliederung von Eifächer kontinuierlich fortschreitet und daß bei langer Lebensdauer der Tiere die Eizahl dann viel höher liegt, als hier vermutet wird.

Die Eier werden frei im Boden, und zwar wahrscheinlich in der Nähe von Brutpflanzen untergebracht. Am 21. August 1931 wurde ein Weibchen im Zuchttopf an der Basis eines Haferkeimlings im Boden wühlend beobachtet. Es hielt sich dabei in der oberflächlichsten Schicht und kam nach einigen Minuten wieder zum Vorschein. Als die Stelle einige Stunden später untersucht wurde, fand sich in $^3/_4$ cm Tiefe und in 1—2 mm Entfernung von der Pflanze neben dem Korn des Keimlings lose zwischen Bodenpartikeln ein Ei. Notfalls legen die Tiere auch oberirdisch entwicklungsfähige Eier, so in Petrischalen auf Fließpapier.

D. Jugendperiode.

Die Aufzucht aus dem Ei macht im Kulturgefäß bei geeigneter Wartung keine besonderen Schwierigkeiten. Ich bin daher in der Lage, auch über die Jugendstadien zu berichten.

1. Ei und Embryo.

Die großen (0,75 × 0,45 mm), walzenförmigen, durch kunstvoll wabige Struktur der Oberfläche (s. Abb. 2) ausgezeichneten Eier sind bei der Ablage fast rein gelb, färben sich aber bald in rostbraun um.

Im ungeheizten Raum auf mäßig feuchtem Fließpapier in Glasschalen aufgezogene Eier (88 Stück) lieferten die Larven nach 15—20 Tagen. Die Temperatur lag nachts zwischen 13° und 15° (16,5°) und stieg am Tage bis auf 24° (24,5°). Die Durchschnittstemperatur betrug bei den relativ am kühlsten gehaltenen Gelegen 18,1°, bei den am wärmsten stehenden 19,4°. Eine Verkürzung der Entwicklungsdauer mit steigender Temperatur kam in unseren Zuchten nicht zum Ausdruck. Das dürfte einmal mit dem geringfügigen Unterschied zwischen der höchsten und der niedrigsten Mitteltemperatur und dann mit der starken Differenz zwischen den Tages- und den Nachttemperaturen zu erklären sein. Es kommt aber hinzu, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit auch bei gleichen äußeren Bedingungen von Ei zu Ei ziemlich stark variiert. Von 34 unter, soweit feststellbar, gleichartigen Milieuverhältnissen aufgezogenen Eiern lieferten 2 nach 15, 2 nach 16, 5 nach 17, 12 nach 18, 12 nach 19 und 1 nach 20 Tagen die Larven. Die Durchschnittstemperatur lag zwischen 18,1 und 18,3°.

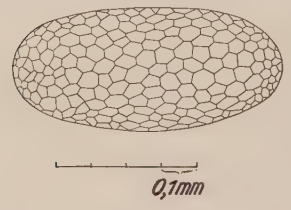


Abb. 2.
Ei von *Crepidodera ferruginea* Scop.

Auch im gleichen Kulturgefäß auf kleinstem Raum (Blockschale) untergebrachte, innerhalb 24 Stunden gelegte Eier wiesen Unterschiede bis zu 5 Tagen in dem Erscheinen der Larven auf. Wir stehen hier vor einer besonders starken Ausprägung der Erscheinungen, die Bachmetjew (1901 S. 95—97) als „Individualität" susammenfaßt (s. Blunck 1923 S. 309), ein Phänomen, das seinem inneren Wesen nach noch ziemlich dunkel ist. Es dürfte sich lohnen, der Frage nach der erblichen Konstanz dieser unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeit nachzugehen. *Cr. ferruginea* wäre dafür allerdings kaum das geeignetste Objekt.

Nach erlangter Reife sprengt die Junglarve die Eischale am Vorderpol. Es entsteht dabei ein bis zur halben Länge des Eies reichender Längsspalt, der sich wieder schließt, wenn der Insasse das Gehäuse verlassen hat. Die Ränder des Spalts legen sich dabei wieder so vollständig aufeinander, daß bei Betrachtung im auffallenden Licht nur der Luftgehalt der Hülle den schon vollzogenen Schlüpfakt verrät.

2. Larve.

Die Larve ist von Gallus (1865 S. 210, 1865 S. 233) im April in jungen Haferpflanzen entdeckt und wie folgt beschrieben: „Die Larven sitzen auf dem oder in der Nähe des Wurzelknotens und fressen das Hälmchen ganz aus. Sie waren um die angegebene Zeit fast zwei Linien lang, schlank, walzenförmig, fast gleichbreit, doch an den Enden ein wenig verschmälert, schmutzigweißgrau und mit gelbbräunlichen kleinen Wärzchen besetzt. Der herzförmige, abgeplattete Kopf, das durch eine helle Linie geteilte Nackenschild und Afterschild sind gelbbräunlich. Über die Seite des Rückens zieht eine Längsreihe kleiner, gelbbräunlicher Querstriche hin

und auf beiden Seiten derselben ebenso gefärbte und mit einem kleinen Härchen besetzte Wärzchen. Das Hinterende verlängert sich in ein verschmälertes, plattes, hinten abgerundetes, mit Härchen besetztes, gelbbräunliches Afterschild, unter welchem sich der als Afterfuß dienende, röhrenförmige After befindet. Die Bauchseite der Larve ist schmutziggrauweiß und hat an der Brust 3 Paare gegliederter, oben weißgrau, unten bräunlichgelb gefärbter Brustfüße. Aus diesen Ende April und anfangs Mai eingesammelten Larven entstanden im Juni kleine Käferchen, welche sich ... als eine kleine Erdflohkäferart (Haltica I11) und zwar als (*Haltica ferruginea* Schrank) auswiesen."

Abb. 3. Winterroggen im Schossen, befallen durch *Crepidodera ferruginea* Scop. Links ein von der Larve besiedelter Trieb mit vergilbtem und welkendem Herzblatt, rechts 2 gesunde Triebe. Kitzeberg. 2. 5. 1931 phot.

Mir liegt die Larve in mehreren Stücken und in allen 3 Altersstadien vor. Sie konnte daher morphologisch und biologisch näher festgelegt werden.

a) Morphologie.

Eine ausführliche morphologische Charakterisierung der Larve ist notwendig. Die Halticinen-Larven sind untereinander z. T. hochgradig ähnlich. Da überdies noch andere Flohkäfer ihre Jugendstadien an gleicher Stelle bei den gleichen Pflanzen wie *Cr. ferruginea* durchlaufen, ist die Gefahr von Verwechslungen nicht gering. Insbesondere mit der Brut von *Phyllotreta vittula* Redtb., *Chaetocnema aridula* Gyllh. und *Ch. hortensis* Geoffr. kann die Larve von *Cr. ferruginea* durcheinander geworfen werden. Daß derartige Versehen früher wohl schon des öfteren vorgekommen sind, ja daß ein gut Teil der *Phyllotreta vittula* zur Last gelegten Schäden in Nordeuropa auf *Crepidodera* zu beziehen sind, wird unten wahrscheinlich gemacht werden.

Nachstehend sind zunächst die allgemeinen Charakterzüge der Larve und anschließend die spezifischen Kennzeichen der einzelnen Stadien behandelt.

aa) Allgemeine Kennzeichen.

Die Larve von *Cr. ferruginea* ist, verglichen mit der Brut anderer Halticinen, mäßig schlank, kleinköpfig und kurzbeinig (s. Abb. 4, 5). Der Körper hat bei gutem Ernährungszustand einen fast kreisrunden Querschnitt (s. Abb. 5). Das Afterschild ist verhältnismäßig langgestreckt.

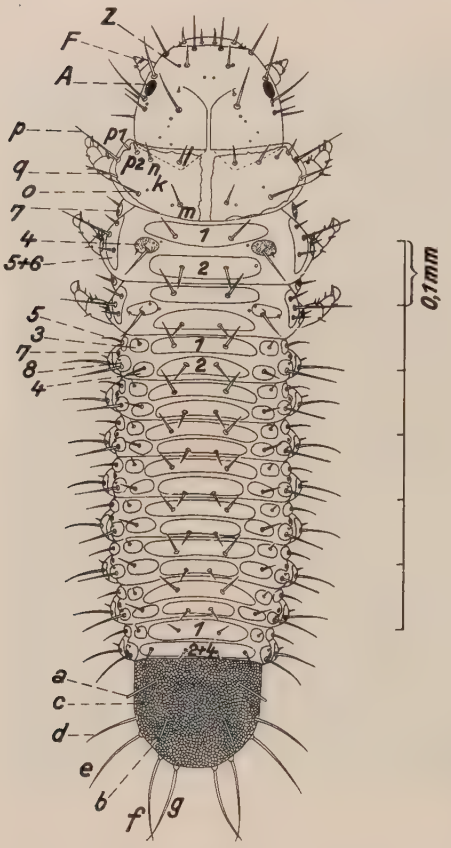


Abb. 4. *Crepidodera ferruginea* Scop., Junglarve. Von oben gesehen.
A Auge; *F* Fühler; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* Tastborsten der Schwanzplatte; *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, p_1, p_2, *q* Tasthaare des Pronotum; *k* kuppelförmiges Organ; *x* Eizahn; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6* *7*, *8* Sklerite.

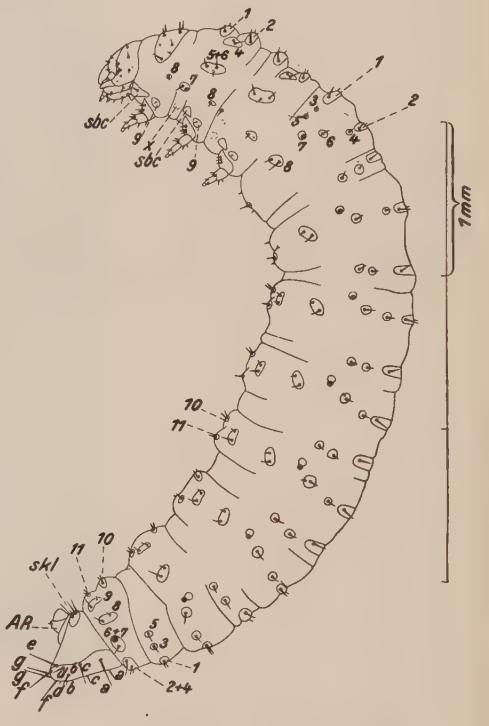


Abb. 5. *Crepidodera ferruginea* Scop., Altlarve aus dem Puppenlager. Von der Seite gesehen.
AR Analröhre; *sbc*, *skl*, *x*, *9*, *10*, *11* Sklerite. Die übrigen Bezeichnungen wie bei Abb. 4.

Der Kopf ist etwa so breit wie lang (Abb. 4 und 6). Zahl und Verteilung der Haarbildungen an der im Bereich der Wangen schwärzlich, oberseits kaffeebraun und heller gefärbten Schädelkapsel erhellen aus Abb. 4, 5, 6 und 7. Hart hinter der sutura praefronteantennalis, die ebenso wie die sutura metopica bei älteren Larven in ihrem ganzen Verlauf deutlich ist, steht an den Seiten des Kopfes hinter der Fühlerwurzel je ein kleiner schwarzer, nur nach den Häutungen auffälliger Fleck (A in Abb. 4 und 6), das rudimentäre

Auge. Ein entsprechender Fleck findet sich auch bei unseren 1919 in Naumburg eingetragenen Larven von *Chaetocnema aridula*, ist aber jetzt bei diesen — vielleicht, weil sie inzwischen ausgeblichen sind — weniger deutlich. Die Fühler (F in Abb. 4, 6 und 7) sind kurz und dreigliedrig, die Mandibeln (Md in Abb. 7) kurz, aber kräftig. Ihr Vorderrand läuft in mindestens 5 Zähne aus. Die Unterkiefer (Mx_1) haben in ihren freien Abschnitten die Form dreigliedriger Taster gewonnen und sind daher fühlerähnlich. Sie sind soweit nach vorn geschoben, daß sie, wie Abb. 6 erkennen läßt, im Unterschied zu den sehr kurzen, zweigliedrigen Lippentastern (Mx_2 in Abb. 7) über den Vorderrand des Kopfes hinausragen und daher von oben sichtbar sind.

Der Prothorax (Abb. 8 th_1 und Abb. 4, 5 und 7) ist dorsal zu einem, nur durch die Mittellinie geteilten, im übrigen einheitlichen, querüber gestreckten Sklerit, dem „Nackenschild" erhärtet. Auf diesem stehen 6 Paare (l—q) größerer Tasthaare. Bei den jüngeren Stadien treten einige kleinere (p_1, p_2) hinzu. Die Verteilung dieser Organe geht aus den Abb. 4, 5 und 8 hervor. Zuweilen sind die Seitenteile in den Partien, welche gewissen Skleriten (5 + 6 in Abb. 5 und 8) des Meso- und Metathorax entsprechen, etwas gegen die Mitte abgesetzt. Unterhalb des Nackenschildes kann pleural ein sehr kleines Sklerit (8 in Abb. 5) mit einer winzigen Borste angedeutet sein. Die Beinhügel werden zur Festigung des Hüftgelenks vorn außen durch eine kräftige Chitinspange (sbc in

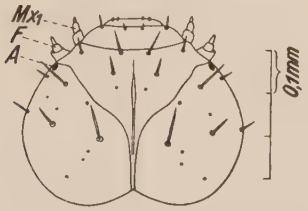


Abb. 6. *Crepidodera ferruginea* Scop., Altlarve. Kopf von oben gesehen. Mx_1 1. Maxille. Die übrigen Bezeichnungen wie in Abb. 4.

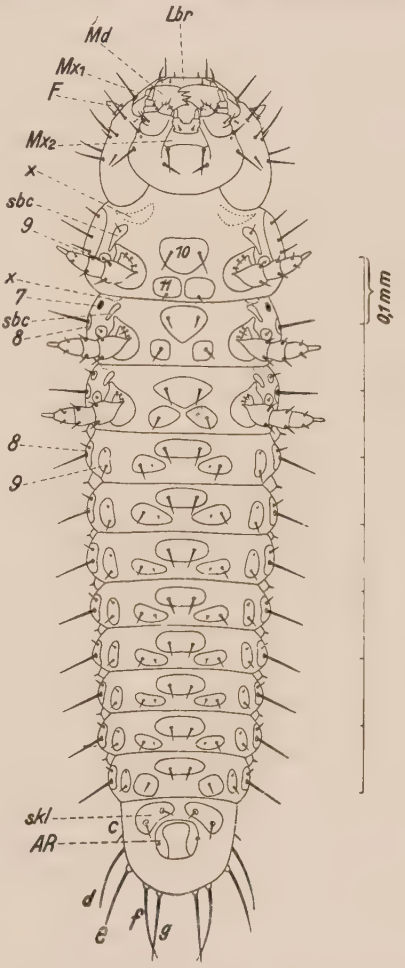


Abb. 7. *Crepidodera ferruginea* Scop., Junglarve von der Ventralseite gesehen. *Lbr* Oberlippe; *Md* Mandibel; Mx_1 und Mx_2 1. und 2. Maxille. Die übrigen Bezeichnungen wie vor.

Abb. 5 und 7) gestützt, die vorn eine ziemlich lange Borste trägt. Diese Spange wird durch 2 meist nur schwer sicherzustellende Sklerite eingerahmt, ein größeres vorderes (x in Abb. 7), das des Haargebildes zu entbehren scheint, und ein kleines hinteres (9 in Abb. 5 und 7), das außen seitlich vom Beinhügel liegt und ein immer deutlich erkennbares, wenn auch winzig kleines Tasthaar trägt.

Ventral stehen zwischen den Beinhügeln ein vorderes herzförmiges bis rhombisches, schlecht begrenztes, und auch in der Färbung sich nur sehr wenig oder garnicht von der Nachbarschaft unterscheidendes, unpaares (10 in Abb. 7) und dahinter nebeneinander 2 kleine paare Sklerite (11 in

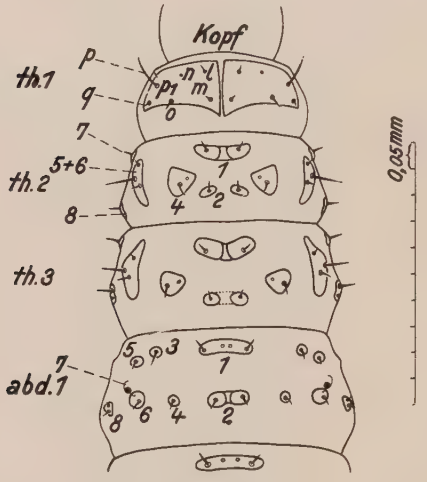


Abb. 8. *Crepidodera ferruginea* Scop., Thorax der Altlarve von oben gesehen. *th. 1, th. 2, th. 3* 1., 2. u. 3. Thorakalsegment; *abd. 1* 1. Abdominalsegment. Die übrigen Bezeichnungen wie vor.

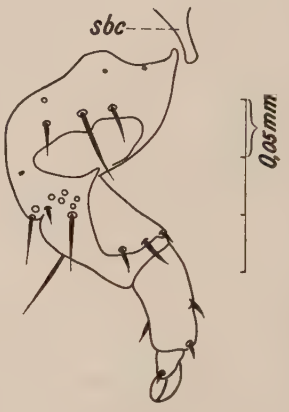


Abb. 9. *Crepidodera ferruginea* Scop. Linkes Hinterbein der Altlarve von vorn gesehen. *sbc* Hüftleiste.

Abb. 7), die durch eine dunklere Trennungslinie geschieden sind. Das vordere trägt 2, jedes der hinteren ein kleines Tasthaar.

Mesothorax und Metathorax sind auf dem Rücken vorn und hinten mit je einem Paar, 1 Tasthaar tragenden Skleriten (1 u. 2 in Abb. 4, 5 u. 8) ausgerüstet, deren Elemente im Hinterrücken immer zur Bildung von 2 hintereinander gelegenen, schmalen Platten querüber miteinander in Verbindung treten (s. Abb. 4 u. 8). Im Mittelrücken bleibt diese Vereinigung bei älteren Larven auf das vordere Skleritpaar (1 in Abb. 8) beschränkt. Von der Seite her schiebt sich zwischen die Schildchen 1 und 2 ein 3., durch den Besitz eines Tasthaares und einer Grube ohne Kegel ausgezeichnetes Paar (4 in Abb. 4, 5 u. 8). Dorsolateral ist unter diesem dritten ein 4., größeres mit zwei langen und einem kurzen Haar besetztes Schildchen (5 u. 6 in Abb. 4, 5 u. 8) gelagert. In der Pleuralpartie liegen nebeneinander zwei kleinere Sklerite (Abb. 5 u. 7), von

denen das vordere (7 in Abb. 4 u. 5) im Mesothorax außer einer sehr kleinen Tastborste ein ziemlich großes Stigma, das hintere (8 in Abb. 5 u. 7) ebenso wie beide Schildchen im Metathorax, kleinere Haargebilde ungerechnet, ein größeres Tasthaar trägt. Über der Beinwurzel findet sich auch hier eine Hüftleiste (sbc in Abb. 5 u. 9), sie entbehrt aber der für den Prothorax registrierten Borste. Die Sklerite x und 9 (Abb. 5 u. 7) sind deutlicher als im Prothorax ausgeprägt. Ventral finden sich in beiden Segmenten ein unpaares (10 in Abb. 7) und ein paariges Sklerit (11 in Abb. 7), die denen des Prothorax homolog und ähnlich gebildet aber kräftiger chitinisiert und darum deutlicher abgegrenzt sind.

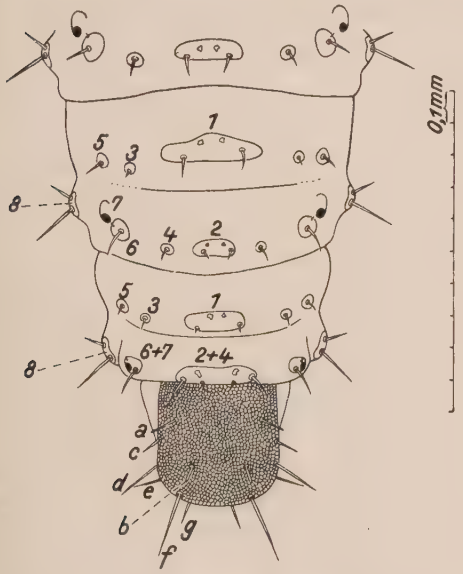


Abb. 10. *Crepidodera ferruginea* Scop. Hinteres Körperdrittel einer verpuppungsreifen Altlarve von oben gesehen. Bezeichnungen wie vor.

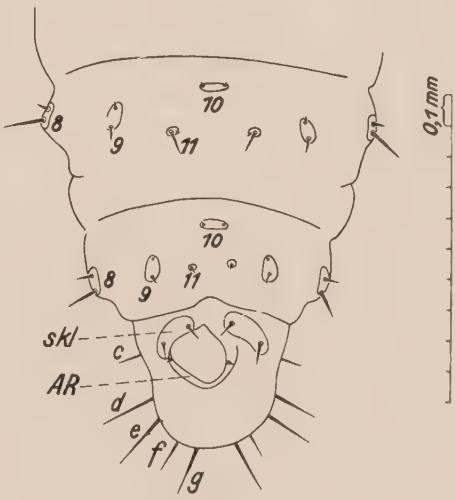


Abb. 11. *Crepidodera ferruginea* Scop. Hinterende einer verpuppungsreifen Altlarve, von der Ventralseite gesehen. Bezeichnungen wie vor.

Über Gestalt und Behaarung der 3 ziemlich einheitlich gebauten, von der Coxa ab in den Rumpfteilen aufgehenden Beinpaare gibt Abb. 9 Aufschluß. Die Krallen besitzen einen deutlichen Haftlappen.

Im Abdomen sind die 7 ersten Segmente im wesentlichen gleichgebaut (Abb. 4, 5, 7, 8, 10, 11). Auf dem Rücken liegen hintereinander 2 mit je 2 größeren Tasthaaren ausgerüstete quergestreckte Chitinplatten (1 u. 2 in Abb. 4, 5, 8, 10), von denen die vordere die breitere ist. Jede dieser Platten wird beiderseits von 2 übereinanderstehenden, viel kleineren Skleriten (3 u. 5 bezw. 4 u. 6 in den Abb. 4, 5, 8, 10) flankiert. Die Schildchen 3, 4 und 5 tragen immer nur 1, das Schild 6 oft 2 Tasthaare. Vor diesem Plättchen 6 liegt am Hinterrand eines weiteren Sklerits (7 in Abb. 5, 8, 10) das meist schwach dunkel kontourierte Stigma. Hypostigmal ist in der Pleuralpartie jederseits ein größeres, 2 Borsten tragendes Schild

(8 in Abb. 5, 7, 8, 10, 11) vorhanden. Ein nach Größe, Gestalt und Beborstung ähnliches, aber etwas tiefer gelegenes Skleritpaar (9 in Abb. 5, 7, 11) fällt schon in die ventralen Regionen. Es flankiert seinerseits 2 hintereinander gelegene mediane Schilderpaare (10 u. 11 in Abb. 5, 7, 11). Die Partner des vorderen Paares (10) stehen näher zusammen als die hinteren (11) und sind fast immer miteinander verschmolzen. Auch diese Sklerite tragen je ein größeres, die hinteren (11) außerdem ein sehr kleines Tasthaar (Abb. 7), das bei älteren Larven aber nur in den mittleren Segmenten deutlich ist.

Das 8. Segment (Abb. 4, 5, 7, 10 u. 11) ist vor den vorderen durch dichteres Zusammenrücken und Vergrößerung der dorsalen Sklerite ausgezeichnet. Der Unterschied ist allerdings nur bei älteren Stadien augenfällig. Die Partner des Skleritpaares 4 nehmen mit dem mittleren Stück 2 Verbindung auf und verschmelzen mit ihm. Auf diese Weise entsteht eine breit querüber gestreckte, mit einem großen und einem kleinen Tasthaarpaar ausgerüstete Platte, die hinten den Segmentrücken abschließt und an das Schwanzschild grenzt (Abb. 4, 5 u. 10). Auch die Sklerite 6 und 7 verschmelzen in diesem Segment, so daß ein das letzte große Stigma und eine kräftige Tastborste tragendes einheitliches Schildchen zustande kommt (s. Abb. 5 u. 10). Die Sklerite 8, 9 u. 10 (Abb. 5, 7 u. 11) sind nach Lage, Gestalt und Behaarung gleichgebildet wie in den Segmenten 1—7. Im Sklerit 11 ist das 2. Haar meist obliteriert (Abb. 7).

Das 9. Segment ist dorsal zu einer einheitlichen, dunkel getönten, lang rechteckigen Chitinplatte, der „Schwanzplatte", erhärtet, die mit 7, ihrer Verteilung nach aus den Abb. 4, 5, 7, 10 und 11 ersichtlichen langen, kräftigeren Borstenpaaren (a, b, c, d, e, f, g) besetzt ist. Die randständigen Borsten c, d, e, f, g, von denen e und g schräg nach unten, die übrigen nach der Seite oder schräg nach oben gerichtet sind, sind viel spitzer ausgezogen als die flächenständigen Borsten a und b. Die Oberfläche der Schwanzplatte ist äußerst fein polygonal gefeldert (Abb. 4 u. 10). Ventral trägt dieses Segment ein 2-geteiltes Sklerit skl, dessen Partner mit je 2 großen Tastborsten ausgerüstet sind und von hinten und seitlich die wohl als umgewandelter 10. Leibesring aufzufassende, bis auf das Doppelte ihres Durchmessers ausschachtelbare „Afterröhre" AR umgreifen (Abb. 5, 7, 11). Diese wird als Nachschieber gebraucht. Sie trägt terminal vor dem After jederseits eine kleine Tastborste.

bb) Besonderheiten des 1. Stadiums (Junglarve).

Die Junglarve mißt beim Schlüpfen 1,1 mm, wächst aber bis zur Reife auf reichlich 2 mm heran. Die Kopfbreite beträgt etwa 0,2 mm. Alle stärker chitinisierten Körperteile, insbesondere Schädelkapsel, Nacken- und Schwanzschild sowie die übrigen thoracalen und abdominalen Sklerite sind relativ dunkler als bei den späteren Stadien, Kopfkapsel und Schwanzschild nach voller Ausfärbung tiefbraun bis grauschwarz. Alle Sklerite

sind überdies relativ viel größer als bei älteren Larven, die Haare kräftiger und länger.

An dem graubraunen Kopf (Abb. 4 u. 7), der in Abb. 4 etwas angehoben gezeichnet ist, und daher mit seinem hinteren Teil in dem Halsausschnitt der Kopfkapsel verschwindet, fallen die verhältnismäßig großen Punktaugen (A in Abb. 4) auf. Die sutura praefronteantennalis läßt sich noch nicht bis zu den Antennen verfolgen. Auf der Praefrons stehen zwei stärker gebräunte, äußerst winzige Zapfen (z), die den Eizähnen anderer Insektenlarven homolog sein mögen. Die Fühler (F) sind glashell und mit einzelnen Borsten besetzt. Die sehr kräftigen Mandibeln (Md) laufen vorn in 5 spitze Zähne aus, zu denen ein 6. tritt, der aber etwas weiter zurücksteht. Die 1. Maxillen (Mx 1) bestehen zur Hauptsache aus einem 3 gliederigen Taster, der einem wohl als Cardo + Stipes anzusprechenden Grundglied aufsitzt. Die Loben sind als lappenförmiges, mit ziemlich kräftigen Haaren besetztes Organ erhalten. An den Lippentastern sind mir keine charakteristischen Züge aufgefallen.

Im Prothorax (Abb. 4 u. 7) ist das Rückenschild sehr breit und lang. Es bedeckt den Rücken vollständig. Die Behaarung ist reichlicher als bei den älteren Stadien. Außer den accessorischen Tasthaaren p_1 u. p_2 (Abb. 4) treten auch einige kuppelförmige Organe (k) auf. Die den Schildern 5 u. 6 des Meso- und Metathorax entsprechenden Seitenteile sind zuweilen ziemlich deutlich von dem eigentlichen Nackenschild abgesetzt. Das Sklerit 8 kann deutlich kontouriert sein, die Tastborste ist immer vorhanden. Die ventralen Sklerite 10 u. 11 sind nur bei schon etwas herangewachsenen Larven (Abb. 7) einwandfrei lokalisierbar, bei der häutungsreifen Junglarve aber immerhin deutlicher als bei allen späteren Stadien.

Im Meso- und Metathorax (Abb. 4 u. 7) sind auf dem Notum die beiden bei der Altlarve noch teilweise getrennten mittleren Sklerite (1 u. 2) durchweg zu je einer querüber breitgestreckten Platte vereinigt. Das bei der Altlarve lateral zwischen dieser vorderen und hinteren Skleritreihe gelegene, eine Borste und eine Grube ohne Kegel tragende Schildchen 4 hat bei der Junglarve eine besondere Differenzierung erfahren. Es erscheint als markant dunkles, schwarzgraues Fleckchen und trägt außer einem längeren, kräftigen Haar, hinter dem, wohl als Widerlager, ein kurzer, stark chitinisierter Dorn steht, 2 winzige Sinnesorgane, zu denen hart neben dem Sklerit ein gleichartiges drittes tritt. Schon bei frisch geschlüpften Larven sind diese Fleckchen voll ausgefärbt, also besonders auffällig, weil die übrigen Sklerite dann noch ungetönt sind. Die Sklerite 5 + 6, 7 und 8 (Abb. 4 u. 7) sind in ähnlicher Ausbildung wie bei den älteren Stadien vorhanden. Das mesothoracale Stigma ist groß und deutlich (Abb. 7). Die ventralen Schildchen 10 und 11 (Abb. 7) sind dunkler getönt als am Prothorax und darum leichter eruierbar.

Die Beine bieten, wenn man von der besonders kräftigen Chitinisierung der coxalen Elemente absieht, kaum Besonderheiten.

Im Abdomen (Abb. 4, 7) fällt in den Segmenten 1—8 die außerordentliche Breite der Tergitgarnituren 1 und 2 auf (Abb. 4). Das Sklerit 6 trägt in den Segmenten 1 bis 7 außer der großen durchweg eine kleine accessorische Borste. Die Partner des ventralen Skleritpaares 10 (Abb. 7) sind zur Bildung eines einheitlichen mittleren Chitinkörpers verschmolzen. Die 2. Tastborste der Schildchen 11 ist in den 7 vorderen Segmenten deutlich entwickelt (Abb. 7). Im 9. Ring sind auf dem Schwanzschild die Borsten a und b auffällig stumpf (Abb. 4).

cc) Besonderheiten des 2. Stadiums.

Das 2. Stadium streckt sich schon bald nach der Häutung stark und erreicht eine Endlänge von fast 5 mm. Die Kopfbreite beträgt 0,31 bis 0,32 mm. Die festeren Skelettstücke dunkeln bald nach braun zu, erreichen aber nicht so tiefe Töne wie bei der Junglarve. Die Sklerite nehmen an relativer Größe eine Mittelstellung zwischen denen des 1. und 3. Stadiums ein, ebenso die Haarbildungen.

Am Kopf tritt das Auge schon etwas mehr zurück als bei der Junglarve. Die sutura praefronteantennalis ist bis zu den Fühlern deutlich erkennbar. Eizahnartige Bildungen fehlen.

Im Prothorax sind die Seitenteile des Nackenschildes nicht so deutlich von dem Mittelstück abgesetzt wie bei dem 1. Stadium. Das dem Sklerit 8 zugehörige Haar ist immer leicht nachweisbar, dieses selbst aber kaum zu erkennen. Das Schildchen 10 ist nur bei häutungsreifen Stücken ausgeprägt. Von den Elementen des Sklerits 11 ist meist nur die dunkle Trennungszone auffällig.

Meso- und Metathorax bieten kaum Besonderheiten. Die Partner der Sklerite 1 und 2 sind in beiden Segmenten zur Bildung einheitlicher Spangen verbunden, die aber keine so starke Ausdehnung gewinnen wie bei der Junglarve.

Für das Abdomen gilt das gleiche. In den Segmenten 1 bis 7 ist auf dem Sklerit 6 neben dem großen Tasthaar noch die kleine Sekundärborste vorhanden. Die Partner des Paares 10 sind in allen Ringen zu einem einheitlichen Stück verschmolzen. Auf den Plättchen 11 ist das 2. Haar sehr klein, am deutlichsten noch im 4. und 5. Segment. Im 1. und 8. Ring scheint dieses Haar ganz zu fehlen.

dd) Besonderheiten des 3. Stadiums (Altlarve).

Die Altlarve wächst bis auf 5,5 mm Länge heran und ist dann relativ plumper als die jüngeren Stadien (Abb. 5). Die Breite der Kopfkaspel beträgt 0,41 mm. Kopfkapsel, Nacken- und Schwanzschild sind noch weniger gedunkelt als beim 2. Stadium und meist nur mittelbraun. Die Sklerite der übrigen Segmente sind verhältnismäßig kleiner und noch schwächer getönt als beim Einhäuter. Man hat den Eindruck, daß sie bei jungen Altlarven überhaupt noch nicht herausdifferenziert sind. Sie werden auch

bei der reifen Altlarve nur schwach gelbbraun. Die Haare sind kurz und nur am Schwanzschild kräftig, im übrigen wenig augenfällig.

Der Kopf (Abb. 5 u. 6) ist vor dem des 2. Stadiums, von seiner Größe und Färbung abgesehen, nicht weiter ausgezeichnet. Das Auge wird bei reifen Altlarven leicht übersehen.

Im Prothorax (Abb. 5 u. 8) erscheint das Nackenschild als ein nur durch die Mittelnaht geteiltes, im übrigen einheitliches Skelettstück. Das Tasthaar n (Abb. 5 u. 8) ist weitgehend rückgebildet, die accessorischen Haare (p_1, p_2) sind fast ganz obliteriert. Die dem Sklerit 8 entsprechende Borste ist nur bei sorgfältigem Suchen zu entdecken (Abb. 5). Das Plättchen x habe ich nicht mit Sicherheit nachweisen können. Das Schildchen 10 ist kaum noch erkennbar, die Sklerite 11 sind ganz weichhäutig geblieben und ihrer Lage nach nur durch die immer erhaltene Borste eruierbar.

Im Meso- und Metathorax (Abb. 5 u. 8) ist die Verschmelzung der Partner des Schildchens 1 nicht so innig wie bei den jungen Larven. Die Elemente des Sklerits 2 bleiben im Mittelrücken ganz selbständig und treten im Hinterrücken nur in lockere Verbindung miteinander. Die ventralen Skeletteile 10 u. 11 sind viel undeutlicher begrenzt als bei der Junglarve und zuweilen kaum erkennbar.

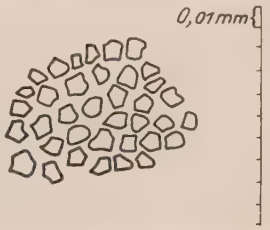


Abb. 12. *Crepidodera ferruginea* Scop. Felderung des Schwanzschildes der Altlarve.

Im Abdomen (Abb. 5, 8, 10, 11) ist in den Segmenten 1—8 das accessorische Härchen auf dem Sklerit 6 zwar überall vorhanden aber stark rückgebildet und nur im 4. und 5. Leibesring auch bei schwächerer Vergrößerung noch leicht neben dem größeren Haar nachweisbar (Abb. 5). Ebenso ist die 2. Borste auf dem Schildchen 11 sehr klein, im 8. Segment sogar völlig geschwunden (Abb. 11). Die Skulptur der Analplatte (Abb. 10 u. 12) ist gröber und darum augenfälliger als bei den jüngeren Stadien.

b) Lebensgewohnheiten.

Über die Lebensgewohnheiten der Larve liegt nur die schon registrierte Notiz von Gallus (1865 S. 210, 1865 S. 233) vor, wonach das Tier im April in der Halmbasis junger Haferpflanzen lebt und diese in ganz ähnlicher Weise wie die Fritfliege zerstört. Die Pflänzchen vergilben, ehe sie das 3. oder 4. Blatt getrieben haben. „Die Larven sitzen auf dem oder in der Nähe des Wurzelknotens und fressen das Hälmchen ganz aus.“ Diese Angabe ist von Nördlinger (1869 S 259), Kaltenbach (1874 S. 728) und v. Kirchner (1925 S. 87) wiederholt, aber m. W. von keiner Seite nachgeprüft oder erweitert worden.

Ich kenne die Larve aus dem Freiland aus Roggen, Weizen und gemeiner Quecke (Agropyrum repens). Im Laboratorium hielt ich sie an Weizen und Hafer. Wir haben sonach keinen Grund, an der Richtigkeit der Meldung

von Gallus zu zweifeln. Es scheint mir im Gegenteil hochgradig wahrscheinlich, daß der Brutpflanzenkreis von Cr. ferruginea noch weiter gezogen ist. Das gehäufte Vorkommen legereifer Weibchen in quelligem Wiesengelände und an Waldrändern wäre schlechterdings unverständlich, wenn das Tier dort nicht auch brüten, also neben Getreide noch andere Brutpflanzen haben würde. Dem Fund zweier reifer Altlarven in Queckentrieben (5. 5. 32 in Ottendorf bei Kiel) dürften bald weitere an andern Gräsern folgen. In meinen Kulturen hat sich eine Larve mit Wahrscheinlichkeit an Festuca elatior bis zum 3. Stadium entwickelt. Der Topf war im August 1931 von den Käfern belegt, mit *Festuca elatior* bepflanzt und im Freien durchwintert worden. Im März 1932 erwiesen sich die Pflanzen bis auf eine als abgestorben. Es wurde daher befallfreier Winterroggen nachgepflanzt. Am 2. Mai war die letzte *Festuca*-Pflanze in allen oberirdischen Teilen der noch niedrigen Triebe von Bohrgängen durchsetzt, und in der Basis eines Roggenhalmes fand sich eine Altlarve. Ich möchte also glauben, daß Cr. ferruginea als Larve in Gramineen verschiedener Verwandtschaftskreise lebt, soweit das Gewebe nur hinreichend fleischig ist und den Tieren damit ausreichende Wohn- und Nährbedingungen bietet.

In unsern Kulturen erschienen die ersten Junglarven 1931 Anfang September (8. 9.), die letzten gegen Ende des Monats (28. 9.). Da die Käfer erst gegen Ende der Hauptflugzeit zur Eigewinnung eingezwingert wurden, ist es möglich, daß im Freiland ein Teil der Larven schon im August die Eihülle sprengt.

Alsbald nach dem Schlüpfen, noch ehe die Sklerite sich zu färben beginnen, begeben die Larven sich auf die Nahrungssuche und entwickeln dabei eine beachtliche Behendigkeit. Beim Kriechen wird die weit, nämlich bis auf $^1/_{10}$ mm, ausgeschachtelte Afterröhre als Nachschieber benutzt. Das Tier bleibt dabei, wohl unter einem thigmotaktischen Reiz stehend oder in negativer Phototaxis, möglichst unterhalb der Erdoberfläche. In unseren Kulturschalen strebten die Larven nach dem Verlassen der auf Fließpapier liegenden Eier regelmäßig zwischen Bodenbelag und Glas.

Das Ziel der wandernden Larven ist die Basis eines jungen Gramineenhalms. Hier sucht das Tier sich einen Zugang zum zartesten Gewebe zu erzwingen. Es bohrt sich zu dem Zweck durch die Coleoptile und die Scheiden der äußersten Blätter in das Herz des Schößlings. In den Kulturschalen erfolgte das Eindringen in der Regel hart über der Wurzelbasis im Bereich des hypokotylen Gliedes oder im sekundären Bestockungsknoten. Die Larve schneidet dabei mit den Kiefern in die äußerste Hülle des Triebes ein kreisrundes Loch von der Größe des eigenen Körperdurchmessers (Abb. 13) und zwängt sich durch dieses zunächst zwischen die Hülle und die nächstjüngere Scheide bezw. zwischen Coleoptile und hypokotiles Glied. Hier kann sie aufwärtsbohrend längere Zeit verweilen. Häufiger aber dringt sie alsbald tiefer nach den Herzblättern zu, um in deren Bereich dann zu bleiben. Das Produkt der Bohrtätigkeit sind

kurze, etwas gewundene, im wesentlichen in der Längsrichtung der Triebe verlaufende Gänge vom Körperdurchmesser. Bei hinreichend hoher Temperatur, wie sie im Laboratorium herrscht, können die Tiere in der Pflanze innerhalb 24 Stunden eine ihre eigene Körperlänge um das doppelte übertreffende Strecke zurücklegen. Dabei bahnen die Kiefer den Weg. Das im Stollen losgearbeitete Material wird durch den Darm geschickt, und die Reste füllen später als eine im trockenen Zustand weißgelbe, sägemehlartige, naß bräunlich verfließende Masse die hinter der Larve liegenden Teile des Ganges. Ein gut Teil des Kotes wird allerdings laufend ins Freie geschafft. Die Verbindung mit der Außenwelt wird nämlich in Form des Einbohrloches dauernd offen gehalten. Um dieses häuft sich im Laufe der Zeit ein mehr oder minder hoher Wall bräunlichen Kotmehles. Verstopft sich der primäre Ausgang, so schneidet die Larve nach Bedarf eine oder mehrere neue gleichartige Öffnungen. Es ist wohl anzunehmen, daß diese nicht nur als Auswurflöcher, sondern gleichzeitig der Ventilation dienen. Die Lebensgewohnheiten des Jugendstadiums von *Crepidodera ferruginea* ähneln also sehr denen der Larve von *Chaetocnema aridula*, von deren Fraß Kurdjumow (1913 S. 82) und Znamenskij (1926 S. 181) anschauliche Bilder entworfen haben. Die von Kurdjumow gegebene farbige Tafelabbildung (Tafel V, Abb. 22 u. 23) einer im Halm bohrenden *Chaetocnema*-Larve könnte ohne viel Zwang auf *Cr. ferruginea* bezogen werden.

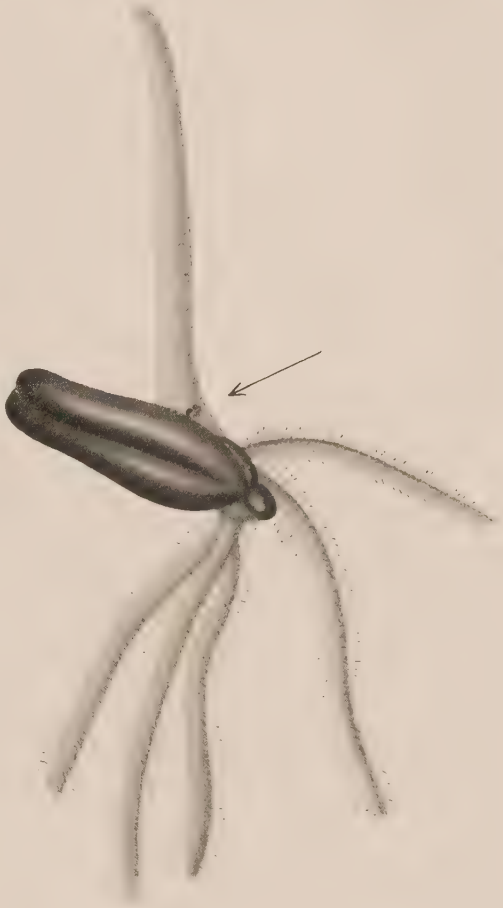


Abb. 13.
Roggenkeimling mit Bohrloch und ausgetretenem Bohrmehl (vgl. den Pfeil) der Junglarve von *Crepidodera ferruginea* Scop.

Bleibt die Larve sich selbst überlassen, so scheint sie ihren Aufenthalt im allgemeinen auf die unterste Halmzone mit noch nicht ergrüntem Gewebe zu beschränken. Sie kann sich wochenlang im Bereich des hypo-

kotylen Gliedes halten und dort kräftig wachsen. Dabei bohrt sie einerseits abwärts bis zur Wurzel und andererseits aufwärts bis zum Bestockungsknoten. Versiegt der Saftstrom im hypokotylen Glied, so wird der Weg zur neuen Nahrungsquelle in der Regel nicht oben durch den Knoten, der den Kiefern der Larve wohl zuviel Widerstand bereitet, sondern seitlich über einen Umweg genommen. Das Tier bohrt sich zuerst ins Freie und dringt dann oberhalb des Bestockungsknotens erneut in die Pflanze ein. Auch hier hält es sich in der Folge meist an das noch nicht ergrünte Gewebe. Notwendig ist die Beschränkung auf chlorophyllfreie Nahrung zu seinem Gedeihen aber durchaus nicht. Aus Bequemlichkeitsgründen wurden die Larven von uns bei Erneuerung des Futters oft von oben hinter die Blattscheiden in bereits ergrüntes Blattwerk geschoben. Sie nahmen hier alsbald die Nahrungsaufnahme wieder auf und gediehen dabei unter Grünfärbung des Darminhaltes, grünes Kotmehl produzierend, gut. Immer strebten die Tiere allerdings bald im Halm abwärts nach der Wachstumszone hin. Schwächliche, auf dem Wege erlahmende Individuen wurden von dem wachsenden Herzblatt aber alsbald in entgegengesetzter Richtung zurücktransportiert und gelangten dann mit dem sich entfaltenden Blatt ins Freie, wo sie verendeten. Diese Gefahr droht auch gesunden Larven. So glaube ich kaum, daß die Tiere normalerweise den Weg zum Pflanzeninnern von oben her nehmen. Das Einbohren in die Triebbasis ist für sie einfacher und führt sicherer zum Ziel. Die befressene Zone erstreckt sich dann meist nur über 1—2 cm, vom Knoten aufwärts gerechnet. Über die Länge der Fraßgänge entscheidet im einzelnen die Konsistenz des Gewebes.

In einem Falle sah ich eine Junglarve im Innern eines Blattes minieren. Das Tier hatte eine wenige Millimeter lange Gangmine auf der Grenze von der chlorophyllfreien zur ergrünenden Zone angelegt, kam dort aber nur wenig vorwärts und ging später ein.

Absterben des Wohngewebes wird der Larve nicht ohne weiteres verhängnisvoll. Solange sich die Vertrocknungs- bezw. Fäulniserscheinungen auf die äußeren Blätterlagen beschränken, setzt das Tier im Herzen des Triebes die Nahrungsaufnahme fort. Erst wenn auch dieses verjaucht, wandert der Insasse ab und sucht eine bessere Stätte.

Bei Zimmertemperatur wachsen die Junglarven innerhalb 3—4 Wochen zur Häutungsreife heran. Unsere eingezwingerten Stücke brauchten bei Roggennahrung in einem Raum mit 19° Durchschnittstemperatur (nächtliches Minimum 13,5°, Tagesmaximum 24°) bis zur Reife durchweg 21 bis 26 Tage. Ein Individuum war bei 13,5°—**17,6**°—22° nach 28 Tagen erwachsen. Im Freiland dauert die Entwicklung länger. In einem vom 28. August bis 1. September 1931 mit reifen Vollkerfen beschickten Zuchttopf, der vom 1. September ab im Freiland gehalten wurde, ergab eine am 24. September ausgeführte Stichprobe an Weizenpflänzchen noch 2 Junglarven.

Wenn die Junglarve reif ist, sucht sie zum Zweck des Hautwechsels ein stilles Plätzchen auf. In unseren Kulturschalen verließen die meisten Individuen dabei die Pflanze und richteten sich am Boden des Glases unter der Decke aus etwas Fließpapiergenagsel eine primitive Häutungswiege her. Einzelne Larven blieben aber auch hinter den Blattscheiden. Wie die Tiere sich im Freiland verhalten, weiß ich nicht, doch möchte ich annehmen, daß sie hinter den Blattscheiden oder in einer Erdzelle häuten. In der Wiege warten sie nach Entleeren des Darms, halbkreisförmig eingekrümmt, die Verwandlung ab. Meist erfolgt der Hautwechsel bereits nach wenigen Ruhetagen. Eine unserer Larven verharrte 6 Wochen in Häutungsstellung. Sie ging am 16. November 1931 infolge äußerer Verletzungen ein. Es ist sehr wohl möglich, daß im Freiland eine längere Ruhe zwischen den Stadien die Regel bildet.

Der Hautwechsel selbst bietet keine Besonderheiten. Die Larve sprengt die alte Hülle im Bereich von Kopf und Thorax in der Gabellinie. Sie ist im neuen Kleid mit Ausnahme der Augen und der Mandibelspitzen zunächst gelbweiß. Bald bräunen sich aber wieder Kopfkapsel, Nackenschild, Schwanzschild, Beine und allmählich auch die restlichen Sklerite. Die Nahrungsaufnahme wird nach der Häutung aber sobald noch nicht wieder aufgenommen. Die Tiere bleiben noch tage- oder wochenlang in ihren Häutungswiegen liegen, und ich möchte glauben, daß sie, sofern nicht als Junglarve, im Freiland in diesem Zustand überwintern. Auch unsere eingezwingerten Larven weigerten sich mit wenigen Ausnahmen beharrlich, vor dem Winter wieder Futter anzunehmen. Wenn sie hinter Blattscheiden von Roggenpflänzchen, also an Stellen, wo sie als Junglarven ohne weiteres gefressen hatten, gebracht wurden, so strebten sie sehr bald wieder aus der Pflanze heraus und begaben sich erneut unter das Fließpapier am Schalengrund.

Nur 3 Larven nahmen nach der Häutung, nachdem sie zunächst gefastet hatten, die Nahrungsaufnahme noch vor dem Winter, nämlich Mitte Oktober wieder auf. Dabei schlugen sie das gleiche Verfahren ein wie die Junglarve. Sie legten also wenige zentimeterlange gewundene Gänge in basalen Triebteilen an und hinterließen in diesen Stollen weißgelben oder grünlichen Kot, je nachdem sie sich in chlorophyllfreien oder in grünen Gewebeteilen bewegten. Nach 10tägiger Fraßtätigkeit (bei 15° bis **20,6°**—25,5°) war das eine Tier auf annähernd 5 mm Länge herangewachsen und verließ wiederholt die Pflanze, um sich zwischen Glasboden und Fließpapierteppich zu begeben. Die feiste Körperbeschaffenheit und die auffällig starke Entwicklung des corpus adiposum deuteten darauf hin, daß die Larve häuten wollte. Sie ging später an einer äußeren Verletzung zugrunde. Auch die zweite Larve ging verloren. Die dritte hungerte nach der ersten Häutung zunächst etwa 10 Tage, entwickelte dann eine sehr lebhafte Fraßtätigkeit und wuchs bei 13°—**20,1°**—24,5° innerhalb weiterer 10 Tage so stark heran, daß ihre

zweite Häutung unmittelbar bevorzustehen schien. Sie begab sich dann aber am 5. November 1931 zwischen die mit Zellstoff umwickelten Wurzeln des in der Petrischale liegenden Roggenkeimlings und fertigte sich hier ein primitives Lager, dessen Wände sie mit einigen Zellstoffasern auspolsterte. Mit dem Lager wurde sie am 21. November zur Überwinterung aus dem Laboratorium ins Freie gebracht. Sie wanderte dort später wieder aus dem Winterlager ab und war am 21. Dezember nach den ersten scharfen Frösten verendet. Es ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß sie sich erst im Frühling zur Altlarve gehäutet haben würde.

Im Freiland dürfte die Brut bei uns im April aus der Winterruhe erwachen und dann schnell der Reife zueilen. Die zweite, bereits zum Altlarvenstadium führende Häutung wird jedenfalls noch im April absolviert.

Ausgang April wurden 1931 auf dem Kitzeberger Versuchsfeld aus einer Winterroggenparzelle mit 15 cm hohem Bestand Triebe mit vergilbtem Herzblatt eingetragen (s. Abb. 3), die zunächst als frit-krank angesprochen wurden. Sie erwiesen sich aber als von je einer Altlarve der *Crepidodera ferruginea* besiedelt. Die Tiere maßen reichlich 5 mm und saßen im oberen Teil 1—2 cm langer Bohrgänge im Herzen der Triebbasis. Der Schacht war im unteren Teil mit zuweilen trockenem und dann gelblichem, in anderen Fällen mit feuchtem und dann schmutzigbraunem Kotmehl erfüllt. Er kommunizierte regelmäßig mittels eines kurz über dem Bestockungsknoten gelegenen Porus vom Durchmesser des Insassen mit der Außenwelt. Diese Form des Befallbildes kommt in einer von Rostrup und Thomsen (1931, S. 162, Abb. 107) gegebenen, auf *Phyllotreta vittula* bezogenen Abbildung auf das beste zum Ausdruck. Durch die Fraßtätigkeit wird vorzüglich das Herzblatt getroffen. Weitgehende Zerstörung seiner Basis hatte bei allen Roggenpflanzen jene Vergilbungserscheinungen bewirkt, durch die wir auf den Befall aufmerksam wurden. Immer stirbt das Herzblatt zuerst ab. Vielfach war aber auch das zweitjüngste Blatt durch den Fraß in Mitleidenschaft gezogen und welkte. Durch diese akzessorische Erscheinung lernten wir bald die Erdfloh-kranken Triebe von den durch die Fritfliege beschädigten unterscheiden, bei denen nur das Herzblatt gilbt.

Am 1. Mai wurden befallene Pflanzen in Anzahl im Laboratorium in Kultur genommen. Bis zum 11. Mai hatten die Insassen die alten Triebe größtenteils verlassen, um sie mit neuen, bis dahin gesunden zu vertauschen, die alsbald unter den gleichen Symptomen wie die ersten erkrankten. In der zweiten Maihälfte reiften die Larven nach und nach zur Verpuppung heran.

1932 trafen wir im Freiland die erste Larve (3. Stadium an Roggen im Beginn des Schossens, Tungendorf b. Neumünster i. Holstein) am 23. April, weitere (3. Stadium an *Agropyrum repens* im Beginn des Schossens, Ottendorf b. Kiel) am 5. Mai. Stärkerer Befall wurde am 13. Mai in Hoekholz b. Kl.-Waabs i. Ostholstein an Winterweizen registriert. Der Weizen

stand nach einem 1931 spät umgebrochenen Kleegrasgemenge, war nach Angabe des Besitzers gut aufgelaufen und gut durch den Winter gekommen, hatte dann aber ab März gekränkelt. Er wies bei der Besichtigung starke Lücken auf. Die Saat stand jetzt kurz vor dem Schossen. Es ist anzunehmen, daß der schlechte Stand zum guten Teil auf zu zeitige Bestellung nach Umbruch der Vorfrucht (schlecht abgesetzter Boden), auf Bodensäure (im wässerigen Auszug des Bodens wurden 6,1 pH, im Kaliumchloridauszug 5,6 pH gemessen) und auf Auswinterung bei Blachfrösten und Ostwind im Vorfrühling zurückzuführen war. Daneben sprach aber Befall durch *Hylemyia coarctata* und *Crepidodera ferruginea* mit. Die vom Erdfloh heimgesuchten Halme unterschieden sich bei oberflächlicher Betrachtung kaum von den durch die Brachfliege zerstörten Trieben. Hier wie dort war das Herzblatt vergilbt und verdorrt. Der Befall des Weizens dürfte in diesem Fall so zustande gekommen sein, daß die Käfer im Sommer 1931 noch in das Kleegrasgemisch gelegt und daß die Larven dann entweder noch kurze Zeit an den Weidegräsern gefressen oder sich unmittelbar an den jungen Weizen begeben haben.

3. Puppenruhe.

1931 waren am 30. Mai die letzten Roggenhalme in unseren Kulturtöpfen verlassen. Alle Larven hatten sich zur Verpuppung in sterilisierte Erde begeben, mit der die Versuchstöpfe, um Mischinfektionen vorzubeugen, rechtzeitig beschickt waren. Auch im Freiland war der Roggen inzwischen geräumt. Stichproben förderten im Topf am 30. Mai aus 12 cm Bodentiefe die erste Puppe. Häutungsreife Larven lagen zum Teil hart unter der Erdoberfläche, zum Teil bis 12 cm tief. Die letzte unverwandelte Larve wurde im Zuchttopf am 22. Juni nachgewiesen.

1932 befanden sich die Larven auf dem Weizenschlag in Hökholz am 13. Mai schon in der Abwanderung zur Verpuppung. Als die Besichtigung am 18. Mai wiederholt wurde, wurde nur noch eine *Crepidodera*-Larve im Halm gefunden. Zahlreiche Larven lagen halbkreisförmig eingekrümmt hart neben den Wurzeln des Weizens flach im Boden. Von 24 am 18. Mai eingetragenen Stücken waren einzelne schon am 23. Mai verpuppt.

Die Puppe ist gelblichweiß und — soviel sich auf Grund unserer noch recht unvollkommenen Kenntnis der Halticinen-Puppen (Börner und Blunck 1919 S. 282—283, Newton 1929) sagen läßt — wenig charakteristisch. Sie ruhte im Zimmer bei 16—**19,2**—27° nur reichlich zwei Wochen, bei etwas kühlerem Wetter etwa drei Wochen. Auch im Freiland wird danach die Entwicklungsdauer wohl mit etwa drei Wochen anzusetzen sein. Der erste Jungkäfer erschien in unseren Kulturen 1931 am 13. Juni, 1932 schon am 4. Juni, der letzte 1931 am 22. Juni. Alsdann lieferten auch die Ketscherfänge im Freiland bereits Vollkerfe.

E. Entwicklungszyklus.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich vom Entwicklungszyklus der *Crepidodera ferruginea* für Schleswig-Holstein folgendes Bild: Die Vollkerfe leben von Mitte Juni bis Anfang September, also im Höchstfall $2^1/_2$ Monate. Die im August und September abgesetzten Eier entlassen innerhalb Monatsfrist die Larven. Diese häuten wahrscheinlich größtenteils noch im Herbst mindestens einmal und überwintern dann, um erst im nächsten Frühjahr das Altlarvenstadium zu absolvieren. Die Verpuppung fällt in den Mai. Die Puppe ruht etwa einen Monat. *Crepidodera ferruginea* hat also bei uns nur eine Generation.

III. Chaetocnema aridula Gyllh.

Die erste Beschreibung Getreide bewohnender *Chaetocnema*-Larven stammt aus dem Jahre 1882 von Filipew (1883). Sie ist in allen wesentlichen Punkten klar und ausführlich. Der Aufsatz erschien aber in russischer Sprache an schwer zugänglicher Stelle — er war auch mir nur in Form einer Übersetzung erreichbar — und das ist wohl der Grund, weshalb er jahrzehntelang übersehen oder verkannt wurde. Inzwischen (1887) schrieb Lindeman (S. 193—197) die *Chaetocnema*-Larven dem kleinen gelbstreifigen Erdfloh *Phyllotreta vittula* Redtb. zu. Diese Mißdeutung ist um so unverständlicher, als Lindeman der einzige unter den älteren Autoren ist, der Filipew zitiert (nach Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 3) und im Gegensatz zu diesem seine Auffassung nicht durch Aufzucht der Larve zum Vollkerf belegt hat. Die Fehlbestimmung Lindemans hat in der Folge viele Verwirrung angerichtet. Text und Abbildung wirkten so eindeutig und einwandfrei, daß die späteren Forscher beim Auffinden von Erdflohlarven, auf die Lindemans Beschreibung paßte, diesen ohne weiteres als Autorität hinnahmen und das Material demgemäß determinierten. Selbst kritische Autoren, wie Schöyen (1895, cit. n. Kurdjumow und Znamenskij 1917) und Reuter (1902 S. 72—75, 1902 S. 326) machten keine Ausnahme, als ihnen die Aufzucht mißlang. Und wir müssen bekennen, daß wir früher dem gleichen Irrtum erlegen sind (Börner und Blunck 1919 S. 282—283). Lesne (s. Bedel 1894 S. XLVII), der einzige, der die Larven bis zum Vollkerf förderte, hat sich, wohl in Unkenntnis der Literatur, um die morphologische Charakterisierung nicht bemüht. So liefen die Getreide bewohnenden *Chaetocnema*-Larven jahrzehntelang unter dem Pseudonym *Phyllotreta vittula*. U. a. rechnen noch hierher die Angaben von Henschel (1890 S. 72—73) und Baranow (1911 S. 94, 1912 S. 89—92). Nach Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 36) haben vielleicht auch die russischen Autoren Patschoski (1911), Ruschkowski (1914), Solotarewsky (1915) und Kolosow (1915) *Chaetocnema*-Larven vor sich gehabt.

Klärung bringen erst die 1910 in Poltawa von Kurdjumow begonnenen Arbeiten, an denen sich später Znamenskij beteiligte. Die Ergebnisse sind in mehreren Veröffentlichungen niedergelegt (Kurdjumow 1913 S. 82, Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 29—48, Znamenskij 1926 S. 181). Beide Forscher haben in erster Linie mit *Chaetocnema aridula* Gyllh. zu tun gehabt. U. a. dieser Art hat in neuester Zeit auch Mesnil (1930 S. 204—207), dem die Arbeiten der Russen nur unvollkommen zugänglich gewesen zu sein scheinen, eine Studie gewidmet. Mir sind *Chaetocnema*-Larven, und zwar wahrscheinlich *aridula*, 1919 (Börner und Blunck 1919 S. 282—285 — s. bei *Ph. vittula* —) in Gerste, Weizen und Fennich und dann wieder 1922 begegnet. Damals stieß ich auf je eine Altlarve am 14. Juni in Hafer auf dem Schweinskopf bei Stadtilm in Thüringen, am 19. Juni in *Phalaris arundinacea* und *Poa trivialis* in Grünhof-Randowbruch in Pommern und am 18. Juni in *Poa pratensis* ebenda in Neuhammerstein.

In Größe, Körpergestalt und Form von Kopfkapsel, Nackenschild und Schwanzschild sind die Larven von *Chaetocnema aridula* denen von *Crepidodera ferruginea* ziemlich ähnlich. Ihre augenfälligsten Unterscheidungsmerkmale liegen in der Beschilderung. Im Meso- und Metathorax tritt dorsal vorn zwischen den Schildchen 1 und 5 + 6 ein bei *Crepidodera* fehlendes kleines Sklerit 3 (Abb. 14b) auf, und die Partner der Sklerite 1 und 2 haben nur bei der Junglarve (Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 36 Abb. 21) miteinander Verbindung. Bei der Altlarve bleiben sie getrennt. Auch im Abdomen ist bei *Ch. aridula* die Plättchenzahl dorsal um 1 vermehrt. Bei *Crepidodera ferruginea* sind, wie wir gesehen haben, die Sklerite 1—6 in den 7 ersten Ringen zwischen den Stigmen segmentweise zu nur zwei hintereinander liegenden Reihen von 6 Elementen geordnet, unter denen die beiden mittelsten jeder Reihe in der Rückennaht miteinander verschmelzen (Abb. 14a). Bei *Chaet. aridula* besteht diese Neigung zum Zusammenfließen nur bei der Junglarve (Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 36 Abb. 21), und zwar besonders bei dem Schildchen 2. Nur im 7. Ring bleibt diese Vereinigung auch bei der Altlarve erhalten. Die beiden Reihen zu je 6 Elementen (1—6) sind wie bei *Cr. ferruginea* vorhanden. Zwischen die vordere und die hintere Reihe tritt nahe der Sutura media aber ein 7. Skleritpaar (z. B. Abb. 14b).

Die *aridula*-Larve ist polyphag. Sie kommt in allen 4 Getreidearten (vgl. Lesne, Kurdjumow, Znamenskij und Mesnil) und nach unseren Beobachtungen wahrscheinlich auch in Wiesengräsern wie *Phalaris arundinacea*, *Poa pratensis* und *P. trivialis* vor. Die Anfang Mai (Poltawa) aus den in mürben Blattscheiden nahe der Wurzel (Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 33) abgelegten Eiern schlüpfenden Larven begeben sich augenscheinlich sofort in lebendes Gewebe. Nach den russischen Forschern schieben sie sich bei jungen Pflanzen von oben zwischen Blattscheide und Halm und fressen sich dann dort in das zarte Gewebe ein.

Sie rufen also keine von außen sichtbaren Verletzungen hervor. Schossende Halme werden dagegen von außen durch ein später offenbleibendes Bohrloch angenagt. Im Innern des Halms legt die Larve einen kurzen, nach oben führenden, sich allmählich mit Bohrmehl füllenden Gang an, der bei älteren Pflanzen bis zum nächsten Knoten führt. Znamenskij (1926 Tafel V Abb. 22 und 23) und Mesnil (1930 S. 190—208) geben vom Fraßbild anschauliche Abbildungen. Jüngere Triebe sterben unter Vergilben des Herzblatts, also unter den gleichen Erscheinungen wie bei Fritbefall ab. Hafer neigt nach Mesnil zu verstärkter Bestockung und zu Verkürzung der untersten Internodien. Bei älteren Halmen sind die Fraßfolgen zunächst nicht so augenfällig wie bei jungen. Es kommt dort später aber auch zu Vertrocknungserscheinungen und Störungen des Saftstroms mit Schwächung des Fruchtstandes oder Taubährigkeit. Bei Massenauftreten der Larven kann der Schaden beträchtlichen Umfang annehmen. In der Regel findet sich je Halm nur eine Larve. Junge Individuen können den Trieb wechseln, ältere sind in ihren Bewegungen träge und wandern nur, wenn sie sich zur Verpuppung rüsten. Sie begeben sich alsdann in den Boden. Die ersten Larven reifen Anfang (Poltawa) oder Ende (Paris) Juni. Noch im Juli schlüpften die ersten Jungkäfer. *Chaet. aridula* ist also im Gegensatz zu *Crep. ferruginea* ein Sommer- oder Warmbrüter. Seine Larven überwintern nicht. Die Art hat — soweit bekannt — nur eine Generation. Die Vollkerfe fressen an Gräsern.

IV. Chaetocnema aridella Payk. (hortensis Weise).

Die 1883 von Filipew entdeckte und gut beschriebene, 1915 von Wassiliew unkenntlich abgebildete, 5—6 mm lange Larve von *Chaetocnema aridella* Payk. gleicht nach Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 30, 1926 S. 181) der von *aridula* Gyllh. zum Verwechseln. Aus der neuerdings von Newton (1929 S. 153—154) gegebenen, durch moderne Abbildungen belegten Beschreibung ist aber doch auf einige geringfügige Unterschiede zwischen beiden Arten zu mutmaßen. So sollen im Mesothorax die Partner der dorsalen Sklerite 1 und 2 bei *aridella* zu je einem einheitlichen Plättchen verbunden sein (Abb. 14 c), während sie bei *aridula* zum mindesten bei der Altlarve im Meso- wie im Metathorax isoliert bleiben (Abb. 14 b). Bei der Junglarve verschmelzen sie dagegen in beiden Segmenten auch bei *aridula* und die Schildchen 2 auch im Hinterleib (Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 36 und Abb. 21). Im 8. Segment treten nach Newton bei *aridella* nicht nur die Skleritelemente 2, sondern auch die Plättchen 1 miteinander in Verbindung. Bei *aridula* bewahren die letzteren ihre Selbständigkeit, auch bei der Junglarve. Die Abweichungen betreffen danach aber nicht die bei *aridula* vermerkten Gattungsmerkmale von *Chaetocnema* und *Crepidodera*. Sie gelten auch für *Chaet. aridella* und, wie auf Grund der von Newton gelieferten

Skizzen (1929 S. 151—153) hinzugefügt werden kann, für *Chaet. concinna* Marsh.

Die Larve von *Ch. aridella* führt eine ganz ähnliche Lebensweise wie *Ch. aridula*. Die Embryonalentwicklung vollzieht sich aber im Gegensatz zu dieser nach Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 33) frei im Erdboden, wo das Weibchen seine Eier in 2—3 cm Tiefe absetzt. Nach dem Schlüpfen begibt sich die Larve in den Halm einer Brutpflanze Nach den übereinstimmenden Angaben von Filipew (1883), Wassiliew (1915), Znamenskij (1926 S. 181) und Newton (1929 S. 153—154) lebt sie im Mark von Gerstenhalmen, nach Filipew außerdem auch in Weizen, Roggen und Hafer. Das Fraßbild scheint nach der von Filipew gegebenen, sehr ausführlichen Schilderung zu urteilen, dem von *aridula* zum Verwechseln zu gleichen. Zu vermerken wäre lediglich, daß die *aridella*-Larve gelegentlich zwischen Blattscheiden solcher Halme getroffen ist, die von *Chlorops pumilionis* vergallt sind und daß sie in seltenen Ausnahmefällen auch im Blattwerk zu minieren scheint. Vereinzelt wurden mehrere Larven in einem Halm gefunden. Auch bei dieser Art sind die Larven nach Filipew befähigt, nacheinander mehrere Halme zu besiedeln. Sie machen davon aber nur selten Gebrauch. Im Juli sind sie erwachsen und verlassen den Halm hart über dem Boden, um sich in einer Erdzelle zu verwandeln. Die Umgebung des Austrittsporus verfärbt sich gelblich. Vereinzelt fand Filipew auch noch später im Sommer Larven, die letzte Mitte September. Er glaubt, daraus auf 2 oder gar 3 Generationen schließen zu müssen. Auch bei dieser Art leben die Vollkerfe wohl nur von Gräsern.

V. Phyllotreta vittula Redtb.

Die Larve des kleinen gelbgestreiften Erdflohs *Phyllotreta vittula* Redtb. hat sich erstaunlich lange dem Zugriff der Forscher entzogen. Wir können dafür zwei Ursachen verantwortlich machen. Einmal ist die *Phyllotreta*-Zucht ohne spezielle Erfahrung nicht ganz einfach. Vor allem aber schien kein Bedürfnis zur Beschäftigung mit diesem Objekt vorzuliegen, nachdem Lindeman 1887 (S. 193—197) Beschreibung und Abbildung dieser Larve sowie eine Skizze ihrer Biologie geliefert zu haben glaubte. Wir haben gesehen, daß ihm eine Fehlbestimmung unterlaufen war. Er hat es nicht mit *Ph. vittula*, sondern mit einer *Chaetocnema*-Larve zu tun gehabt. Alle, die nach ihm von der *vittula*-Larve sprachen, sind nachweislich (Henschel 1890 S. 72—73, Schøyen 1895 S. 5—7, 1907 S. 6, Reuter 1902 S. 72—75, 1902 S. 326, Baranow 1911 S. 94, 1912 S. 89—92, Börner und Blunck 1919 S. 282—283) bezw. wahrscheinlich (Lampa 1896 S. 49, Reuter 1902 S. 52—54, 1904 S. 12, 1909 S. 9, Lind, Rostrup und Ravn 1915 S. 276, 1916 S. 430, Linnaniemi 1915 S. 15—16, Tullgren 1917 S. 50, 1929 S. 340—341, Gram und Rostrup 1925 S 362, Hukkinen 1925 S. 47—48) dem

gleichen Irrtum erlegen, oder sie haben andere Halticinen-Larven, die mit *Phyllotreta vittula* ebenso wenig wie mit *Chaetocnema* zu tun haben, auf die erstere bezogen.

Besonderes Interesse verdient hier, daß auch *Crepidodera*-Larven zuweilen mit *Phyllotreta vittula* verwechselt sind. Am eindeutigsten liegt der Irrtum bei Rostrup (1920—21 S. 221 Abb. 2) und bei Rostrup und Thomsen (1928 S. 143 Abb. 97 und 1931 S. 161 Abb. 105). Erinnert schon die in den beiden ersten Arbeiten abgebildete Larve mehr an *Crepidodera ferruginea* oder an *Chaetocnema aridula*, so spiegelt die 1931 mit *Phyllotreta vittula* ausgezeichnete, ungewöhnlich gute Larvenabbildung in allen Einzelheiten die Merkmale dieser Art wieder, stimmt zu dem kleinen gelbstreifigen Kohlerdfloh aber daraus nicht. Die Verfasser lassen übrigens ausdrücklich eigene Zweifel über die richtige Ausdeutung der Larve durchblicken, wenn sie bemerken, daß sie diese nicht zum Vollkerf aufgezogen haben. Auch eine von Reuter (1911 S. 18) registrierte Meldung von Poppius, nach der bei Årnäs in Finnland in erster Linie junge Seitensprosse von Gerste und Hafer befallen wurden und unter Vergilben abstarben, ist mit gleichem Recht auf *Crepidodera* wie auf *Chaetocnema* zu beziehen. Dasselbe gilt für andere ähnlich klingende Meldungen aus nordischen Ländern. Dort sind die feuchtigkeitsflüchtigen *Chaetocnema*-Arten *aridula* Gyllh., *aridella* Payk. und *tibialis* Jllig. (Schaufuß 1916 S. 992) ebenso wie *Phyllotreta vittula* seltener als die hier in Frage kommenden Spezies von *Crepidodera*, oder sie fehlen ganz (vgl. Sahlberg 1900 S. 115, Kemner 1923, 16 pg., Hukkinen 1925 S. 47—48, Newton 1928 S. 122, 1928 S. 104). So liegen die Dinge auch schon in Schleswig-Holstein, während der gelbstreifige Getreideerdfloh auf den dänischen Inseln noch ziemlich häufig ist (Lind, Rostrup nnd Kølpin Ravn 1915 S. 276, Rostrup 1920/21 S. 224—225, Rostrup und Thomsen 1928 S. 142—144, 1931 S. 161—162). *Crepidodera ferruginea* scheint gerade in unseren kühlen und feuchten Gebieten ihr Entwicklungsoptimum zu haben. Es ist bezeichnend, daß abgesehen von Gallus, der, wie es scheint, in der Niederlausitz (Sommerfeld) ansässig war, vorzüglich nordische Forscher (Gyllenhal 1813, Zetterstedt 1840) sich mit dieser Art beschäftigt haben.

Zu Unrecht bezieht Rupertsberger (1894 S. 268) eine von Riley (1885 S. 301—304) gegebene Larvenbeschreibung auf *Phyllotreta vittula*. Riley behandelt *Ph. vittata* F. und erwähnt *Ph. vittula* mit keinem Wort.

Klarheit bringen in diese Wirrnis, soweit *Chaetocnema*-Arten und *Phyllotreta vittula* in Frage kommen, erst die Untersuchungen von Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 1—56, 1926 S. 184). Sie demaskierten, wie wir bereits hörten, die halmbewohnenden Halticinen-Larven als *Chaetocnema*-Brut und entdeckten gleichzeitig die *vittula*-Larven. Diese werden als 2,8—3,5 mm, im Mittel 2,9 mm lang und 0,4 bis 0,6 mm breit beschrieben. Sie sind also viel schlanker als die *Chaetocnema*-Brut. Die

Rückenschilder sind unpigmentiert und heben sich daher aus der weißen Umgebung nicht heraus. Die den Schildchen entsprechenden Haare fehlen aber nicht. Am charakteristischsten ist für die Larve ein dorsalwärts gekrümmter Enddorn der Afterplatte. Der kurzen, aber anschaulichen Beschreibung sind drei Abbildungen beigegeben. Die eine (1917 S. 24 Abb. 10 und 1926 S. 185 Abb. 81) gibt die Larve in der Aufsicht, die andere (1917 S. 24 Abb. 11, 1926 S. 186 Abb. 82) das Hinterende in Seitenansicht wieder. Im 3. Bild (1917 Abb. 12 S. 24) ist der Kopf in Ventralansicht festgehalten. Leider kommt die Hauptfigur schon im Erstdruck (1917) nur mangelhaft und noch schlechter in der Reproduktion (1926) heraus. Trotzdem geht aus Text und Abbildungen überzeugend hervor, daß die *vittula*-Larve ihrem ganzen Habitus nach ein den *Chaetocnema*- und den *Crepidodera*-Larven durchaus unähnliches Tier ist.

Es darf weiter gesagt werden, daß die *vittula*-Larve sich mit der von Kurdjumow und Znamenskij gegebenen Beschreibung gut in den Formenkreis bereits länger bekannter Phyllotreten einfügt. Insbesondere scheint sie dem Typus der *atra*-Larve zu entsprechen. Sie hat mit ihr den ungewöhnlich gestreckten Körper, den nach oben gekrümmten Schwanzdorn und die mangelhafte Pigmentierung der Rückenschilder gemeinsam (vgl. Börner und Blunck 1919 S. 282—183, Newton 1928 S. 98ff., Pjatakowa 1928 S. 27—28, Abb. 16—21 und Rostrup und Thomsen 1931 S. 195 Abb. 103). Andererseits ist die von Kurdjumow und Znamenskij gegebene Charakteristik nicht detailliert genug, als daß es möglich wäre, die *vittula*-Larve nunmehr von den ihr morphologisch am nächsten verwandten Arten zu unterscheiden. Die hier erforderliche Differentialdiagnose fehlt noch. Sie wird an der Beschilderung des Rückens, an der Oberflächenstruktur des Schwanzschildes und an der Behaarung anzuknüpfen haben. Wir müssen sie in Ermangelung von *vittula*-Material vorläufig zurückstellen.

Auf die allgemeinen *Phyllotreta*-Charaktere, soweit sie die Beschilderung des Rückens betreffen, sei hier an Hand uns in konserviertem Zustand vorliegender Stücke von *Ph. nemorum* L., *undulata* Kutsch., *armoraciae* Koch, *nigripes* Fabr. und *atra* Fabr. bereits aufmerksam gemacht (vgl. auch die Abb. von *nemorum, undulata* und *atra* bei Pjatakowa 1928 S. 46 Abb. 35 u. 36, S. 41 Abb. 30, S. 27 Abb. 16, S. 28 Abb. 17 und die Abb. von *cruciferae* (lies *atra* — vgl. Börner und Blunck 1919, S. 282—283), *nigripes*, *consobrina, diademata*, *nemorum* und *undulata* bei Newton 1928 Pl. I, II u. III). Im Meso- und Metathorax fehlt den Phyllotreten das Sklerit 3. Sie teilen diesen Charakter mit *Crepidodera* und unterscheiden sich ebenso wie diese dadurch von *Chaetocnema* (Abb. 14a—d). In den 7 ersten Hinterleibssegmenten besteht in bezug auf die Rückenschilder, was die Zahl anbetrifft, Übereinstimmung zwischen *Phyllotreta* und *Chaetocnema*. Es lassen sich nämlich zwischen den Stigmen bei den Larven beider Gattungen die Skleritpaare 1

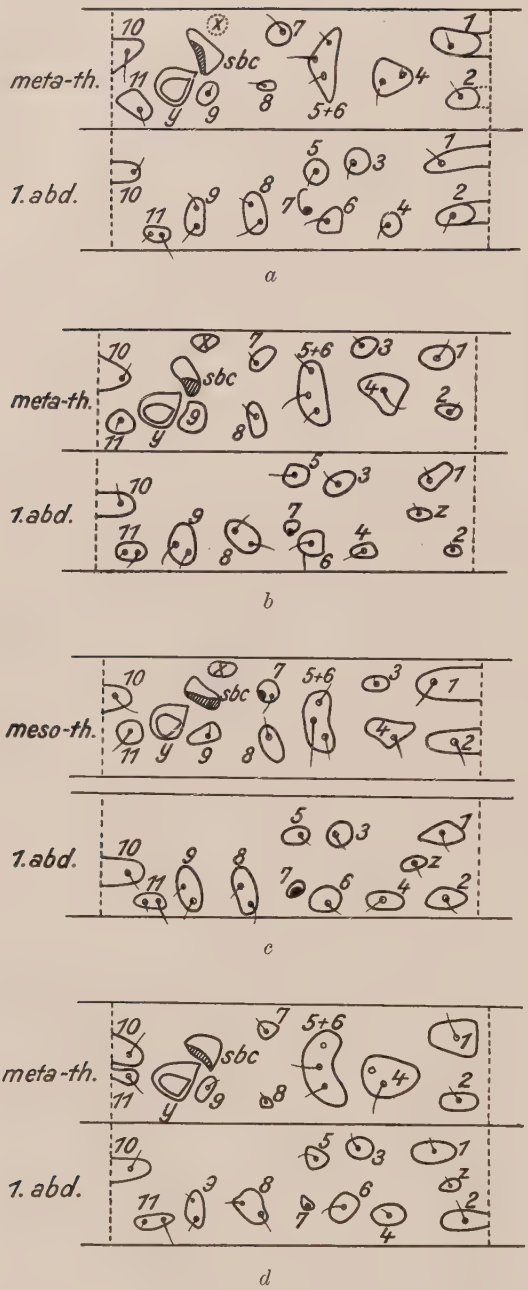


Abb. 14. Beschilderung und Behaarung des Metathorax (meta-th.) bezw. Mesothorax (meso-th.) und des ersten Abdominalsegments (1. abd.) von Altlarven. a) *Crepidodera ferruginea* Scop., b) *Chaetocnema aridula* Gyllh., c) *Chaetocnema aridella* Payk., d) *Phyllotreta nemorum* L. Schematisiert. — *p* Beinansatz, *z* Zwischensklerit. Die übrigen Bezeichnungen wie vor.

bis 6 und das Zwischensklerit z, im ganzen also 7 Paare, nachweisen (Abb. 14d). Während die Partner des Paares z aber bei den uns bekannten *Chaetocnema*-Arten (Abb. 14b und c) weiter voneinander entfernt stehen als 1 und 2, rücken sie bei *Phyllotreta* dichter zusammen und nehmen auch in dieser Beziehung eine Mittelstellung zwischen den sehr eng benachbarten, sich oft berührenden Plättchen 2 und den auseinandergerückten Skleriten 1 ein. Die *Crepidodera*-Larven sind von den Phyllotreten in den 7 ersten Abdominalsegmenten durch das Fehlen des Zwischensklerits z unterschieden (Abb. 14a). Bei den bohrenden und minierenden *Phyllotreta*-Arten (*nemorum* L., *armoraciae* Koch, nach Riley — 1885 S. 306 — auch *zimmermanni* Crotch) sind die Schilder deutlicher gebräunt als bei den frei im Boden lebenden Larven (*atra* Fabr., *nigripes* Fabr., *undulata* Kutsch. und nach Riley — 1885 S. 304 — *vittata* F.).

In bezug auf die Daten über die Lebensweise der *vittula*-Larven gilt für die Literatur das gleiche wie für die morphologischen Kriterien. Alles, was in dieser Beziehung berichtet wird (Reuter 1902 S. 52—54, 1902 S. 72—75, 1902 S. 326, 1909 S. 9, 1911 S. 18—19, Baranow 1912 S. 89—92, Hukkinen in

einem von Linnaniemi 1915 S. 15—16 mitgeteilten Bericht, Börner und Blunck 1919 S. 282—283, Linnaniemi 1921 S. 39, Rostrup 1920—1921 S. 224—225), ist mit Ausnahme der von Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 20—28, 1926 S. 184) mitgeteilten Befunde falsch oder problematischer Natur, weil die Autoren *Chaetocnema*- oder andere Halticinen-Arten, sicherlich aber nicht *Phyllotreta vittula* vor sich gehabt haben. Ganz abwegig ist Jablonowskis (1909 S. 157) Angabe, wonach die *vittula*-Larve in den Blättern des „Mohar" — gemeint ist wohl *Setaria germanica* — miniert.

Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 24) ermittelten, daß der Käfer seine Eier im Mai 1—4 cm tief in die Erde bettet. Die Gelege sind hochgradig empfindlich gegen Feuchtigkeitsmangel. In Dürrejahren soll der Individuenbestand dieses Erdflohs daher stark zurückgehen. Die nach 2wöchiger Embryonalentwicklung (Znamenskij 1926 S. 184) schlüpfenden Larven sind durch große Beweglichkeit ausgezeichnet. Sie kriechen unter wurmartigen Krümmungen und leben dauernd frei im Boden. Hier nähren sie sich von feinen Wurzelfasern, ähneln also auch in dieser Beziehung der Brut von *Phyllotreta atra* (vgl. Blunck und Börner 1919 S. 282—283). Die meisten Individuen wurden unter Weizenpflanzen, und zwar vorzüglich an Sommerweizen, gefunden. Weniger häufig traten die Larven im Bereich der Wurzeln von Gerste auf (Befall von Weizen : Gerste = 3 : 1). Wildgräser wurden nie befallen. Im Juni fanden sich die Larven bei Poltawa noch sehr häufig. Mitte Juli erschienen dort aber schon Jungkäfer. Die Larven überwintern nicht (gegen Rostrup 1920—21 S. 224, Rostrup und Thomsen 1931 S. 161—162). Bei uns zu Lande scheint die Legetätigkeit in wärmeren Lagen schon im April einzusetzen (Blunck 1921 S. 443—444). Die Jungkäfer kommen aber auch hier erst im Juli. Wir beobachteten die ersten Stücke in Naumburg a. S. in den Jahren 1919—24 durchweg in der ersten Julihälfte. Einige zweifelhafte Stücke erschienen 1920 (Blunck 1921 S. 444) bereits im Juni, und 1921 verzögerte sich das Schlüpfen der Käfer, wohl infolge der sommerlichen Dürre, bis hinter die Julimitte. Die meisten Jungkäfer waren 1919 Mitte August, 1920 in der 2. Julihälfte und Anfang August, 1921 in der 1. Augusthälfte, 1922 Mitte August, 1923 um die Juli-Augustwende und 1924 in der 2. Julihälfte zu finden. Nach dem kalten Sommer 1923 kamen uns aber auch noch bis Mitte September frischgeschlüpfte Stücke ins Netz. Der Käfer hat zum mindesten bei uns wohl immer nur eine Generation. Er überwintert in geringer Zahl auf dem offenen Acker, lieber aber in Lichtungen, an Grabenrainen, an Hängen und in der Bodendecke des Waldes (Kurdjumow u. Znamenskij 1917 S. 7—8, Kaufmann 1923 S. 144). Schon im März und zwar nach Kurdjumow und Znamenskij (1917 S. 8) etwa dann, wenn der erste Paarungsruf von *Rana esculenta* erklingt, erscheint dieser Erdfloh wieder auf dem Felde (Blunck 1921 S. 443), nascht, wohl in Auffrischung alter

Fraßgewohnheiten des Phyllotretenstammes, einige Zeit an Kreuzblütlern, wandert aber schon im April auf Getreide und vorzüglich auf Weizen ab, um hier dem Brutgeschäft obzuliegen. Die Käfer fressen dann an Getreideblättern, wobei sie einseitig, also Fenster bildend, das weiche Gewebe zwischen den Rippen in langen Streifen abweiden. In Dänemark fällt der Hauptschaden in den Mai und trifft vornehmlich die Frühsaaten der Sommergerste (Ferdinandsen und Rostrup 1920 S. 406). In Rußland (Kurdjumow und Znamenskij 1917 S. 15) scheint mehr der Sommerweizen zu leiden, ebenso in Deutschland (Kleine 1921 S. 51), während der Roggen im allgemeinen nicht so stark besiedelt ist und Hafer fast ganz verschont bleibt. Über das Fraßbild und die wirtschaftliche Bedeutung der Fraßschäden ist im übrigen oft genug gehandelt worden (Literatur bei Heikertinger in Sorauer 1928 S. 203), als daß es nötig wäre, hier näher darauf einzugehen.

VI. Zusammenfassung.

Fassen wir die differentialdiagnostisch wichtigsten morphologischen und biologischen Kriterien der hier behandelten an Getreide lebenden Halticinen zusammen, so erhalten wir folgendes Bild: Die Vollkerve können zum mindesten bei *Crepidodera ferruginea* und *Phyllotreta vittula* außer an Getreide auch an Gewächsen aus andern Pflanzenfamilien leben. So kommt *Ph. vittula* an Kreuzblütlern, *Cr. ferruginea* außerdem an vielen andern Kräutern vor. *Cr. ferruginea*, *Ph. vittula* und *Ch. aridula* legen ihre Eier frei in die Erde, *Ch. aridella* in mürbe Blätter am Halmgrund. Die Larven der 4 Arten sind durch Gestalt, Beschilderung und Form der Schwanzplatte unterschieden. Die Larven von *Cr. ferruginea*, *Ch. aridula* und *Ch. aridella* sind gedrungen gebaut und kräftig beschildert. Die Larven von *Ph. vittula* sind schlank, fast wurmförmig, ihre Schildchen nur sehr schwach oder gar nicht gebräunt. In der Beschilderung von Meso- und Metanotum gleichen sich *Crepidodera* und *Phyllotreta*. Bei beiden Gattungen findet sich vorn hart neben der Mittellinie in der Mittel- und in der Hinterbrust dorsal jederseits nur 1 Sklerit. Bei *Chaetocnema* lassen sich deren dort jederseits 2 nachweisen. Man zählt daher im Mesothorax dorsal zwischen den Stigmen bei *Crepidodera* und *Phyllotreta* 8, bei *Chaetocnema* 10 Schildchen. Bei *Chaet. aridula* bleiben die Partner der beiden Sklerite neben der Mittellinie bei der Altlarve getrennt. Bei *Ch. aridella* sind sie paarweise vereinigt. In den 7 ersten Hinterleibsringen finden sich bei *Crepidodera* neben der Mittellinie dorsal nur 2, bei *Chaetocnema* und *Phyllotreta* dagegen 3 Sklerite. Man zählt also bei *Crepidodera* dorsal zwischen den Stigmen in diesen Segmenten 12, bei *Chaetocnema* und *Phyllotreta* 14 Schildchen. Das Schwanzschild ist bei *Crepidodera* und *Chaetocnema* hinten gerundet, bei *Phyllotreta vittula* in einen aufwärts gekrümmten Dorn ausgezogen. Die Larven von *Crep. ferruginea*, *Chaet.*

aridula und *Chaet. aridella* bohren zeitlebens in der Basis von Grashalmen und legen hier kurze, gewundene Stollen an. Die Larven von *Phyll. vittula* leben dauernd frei im Boden und nähren sich von Graswurzeln. Bei *Crep. ferruginea* und den beiden *Chaetocnema*-Arten sind die Larven viel schädlicher als die Vollkerve, bei *Phyll. vittula* liegen die Verhältnisse umgekehrt.

Literatur.

Trabajos de las estaciones de fitopatologia agricola. In: Bol. Pat. veg. Ent. agric., II, no. 8—9, p. 163—181. Madrid, December 1927. Ref.: Rev. appl. Ent., Vol. XVI, S. 578, 1928.

Bachmetjew, P., Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus. 1. Bd. Temperaturverhältnisse bei Insekten. Leipzig 1901.

Baranow, D. A., (Material zur Kenntnis schädlicher Insekten. Bericht über die Arbeiten von D. M. Korolkow, W. A. Ljewtjewa und D. A. Baranow). (Russisch.) S. 88—96. Moskau 1911.

— — (Material zur Kenntnis schädlicher Insekten. Bericht über die Arbeiten von D. M. Korolkow, W. A. Ljewtjewa und D. A. Baranow). (Russisch.) S. 83—98. Moskau 1912.

Bedel, M. L., (Notiz über *Chaetocnema aridula* Gyll.) In: Bull. des Séances et Bulletin Bibliographique de la Soc. Entom. de France. p. XLVII, 1894.

Blunck, H., Erdflohkäfer an den Ölsaaten im Jahre 1920. In: Börner, C., Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. Teil 4. In: Arbeiten aus der Biol. Reichsanstalt Bd. 10, S. 406—466. Berlin 1921.

— — Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. In: Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. CXXI, Heft 2, S. 171—391, Leipzig 1923.

Börner, C., und Blunck, H., Larven der Flohkäfergattung *Phyllotreta*. In: Illustrierte Landw. Zeitung 39. Jahrg., Nr. 75/76, S. 282—283, Berlin 1919.

— — Zur Lebensgeschichte und Bekämpfung des Rapsglanzkäfers und der Raps- und Kohlerdflöhe. In: Illustrierte Landw. Zeitung 39. Jahrg., Nr. 51/52, Berlin 1919.

Dobrowliansky, V. V., (Observations on insect-pests of fields-crops and orchards, conducted by the Entomological Branch of the Kiev Station against pests of plants in 1913). In: (Husbandry), Kiev, no. 10, 27th March 1914, p. 332—338. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. II, S. 341—343, 1914.

— — (Report of the Entomological Section. Report on the work of the Kiev Station for the control of Pests and Plants of the South-Russian Agricultural Syndicat for 1914). In: (Husbandry), Kiev 1915, nos. 18, 28th May, 19, 4th June, 20, 11th June, 21, 18th June, 22, 25th June, 23—24, 9th July and 27—28, 6th August, p. 532—539, 564—568, 594—599, 621—626, 655—660, 697—702 and 763—766; 4 figs. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. III, S. 638—641, 1915.

Ferdinandsen, C. og Rostrup, S., Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Havebrugets Kulturplanter i 1919. In: Tidsskrift for Planteavl Bd. 27, Heft 3, S. 406, Kopenhagen 1920.

Gallus, (Abdruck der Notiz über *Crepidodera ferruginea* Schrank aus Preuß. Annalen der Landw. N. 19 u. 23). In: Wilda, A., und Krocker, A., Landw. Centralblatt für Deutschland 13. Jahrg., II. Bd., S. 233, Berlin 1865.

Gram, E., og Rostrup, S., Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Havebrugets Kulturplanter i 1924. In: Tidsskrift for Planteavl 31. Bd., S. 353—417, København 1925.

Gyllenhal, L., Insecta suecica. Classis I. Coleoptera sive Eleuterata T. I, Pars III, Scaris 1813.

Heikertinger, F., Halticinae. In: Reitter, E., Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches IV. Bd., S. 143—212, Stuttgart 1912.

— — Resultate 15jähriger Untersuchungen über die Nahrungspflanzen einheimischer Halticinen. (Monographie der paläarktischen Halticinen — Biologischer Teil: Erstes Stück). In: Entom. Blätter 21. Jahrg., S. 10—19, 1925.

— — Halticinen, Erdflöhe. In: Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen 2. Teil, 1. Hälfte (Bd. V von Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. Aufl.), S. 199—212, Berlin 1928.

Henschel, G., Die Insekten-Schädlinge in Ackerland und Küchengarten, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Leipzig und Wien 1890.

von Heyden, L., Die Käfer von Nassau und Frankfurt. II. Aufl, 425 S., Frankfurt am Main 1904.

Hukkinen, Y., Tiedonantoja viljelyskasveille vahingollisten eläinlajien esiintymisestä Pohjois-Suomessa. In: Maatalouskoelaitos Lantbruksförsöksanstalten Tieteellisiä julkaisuja Nr. 25, 164 S., Helsinki 1925.

Jablonowski, I., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. Übersetzt von I. Reitzer. Budapest 1909.

Kaltenbach, I. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874.

Kaufmann, O., Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*, *Psylliodes* und *Ceutorrhynchus*. In: Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bd. 12, Heft 3, S. 109—169, Berlin 1923.

Kemner, N., Studier över Jordlopporna. II. Vilken eller Vilka av Vara Jordloppor Göra den Största Skadan pa Rotfruktsfälten I vart Land? In: Meddelande Nr. 252 fran Centralanstalten för försöksväsendet pa Jordbruksomradet. Entomologiska avdelningen Nr. 41, 16 p., Stockholm 1923.

v. Kirchner, Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1923.

Kleine, R., Sind manche *Phyllotreta*-Arten wirklich Getreideschädlinge? In: Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 7, S. 48—57, Berlin (1920) 1921.

Kolosow, I. M., (Bericht über die Schädlinge der Feldfrüchte und Forstpflanzen des Ural). (Russisch.) In: (Bulletin de la Société Ouralienne d'Amis des Sciences naturelles). Ekaterinburg, XXXIV, no. 11—12, 1915, p. 133—164. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. III, S. 398, 1915.

Kovačević, Ž., Über die wichtigsten Schädlinge der Kulturpflanzen in Slawonien und Backa. In: Verh. deutsch. Ges. angew. Entom., 7. Mitgliederversamml. München, 31. Mai bis 2. Juni 1928, p. 33—41, Berlin 1929.

Kurdjumow, N. W., (Die wichtigsten Schadinsekten des Getreides in Mittel- und Südrußland). (Russisch.) In: Trudy, Poltawa-Kiew agr. Exp. Sta. Nr. 17, 119 p., 7 Tab., 1913.

Kurdjumow, N. W., und Znamenskij, A. W., (Erdflohkäfer als Getreideschädlinge). (Russisch.) In: (Proc. Poltawa Agric. Expt. Sta.) no. 29, 56 p., 25 figs. Poltawa 1917. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. XI, Part 4, S. 153—154, London, April 1923.

Lampa, S., Berättelse angående resor och förrättningat under år 1895 af Kongl. Landtbruksstyrelsens Entomolog. In: Uppsatser i Praktisk Entomologi med Statsbidrag utgifna af Entomologiska Föreningen i Stockholm Heft 6, S. 1—50, Stockholm 1896.

Lind, J., Rostrup, S., og Kølpin Ravn, F., Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1914. 94. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. In: Tidsskrift for Planteavl 22. Binds, 2. Haefte, S. 267—295, 1915.

— — Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1915. In: Tidsskrift for Planteavl 23. Bd., S. 398—423, København 1916.

Lindeman, K., Entomologische Beiträge. 1. Über die Lebensweise und Entwicklung der *Haltica vittula* Redtb. In: Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes Moscou. Ann. 1887, S. 193—197, Moscou 1887.

Linnaniemi, W. M., 19. Berättelse öfver Skadeinsekters Uppträdande i Finland År 1913. In: Landtbruksstyrelsens Meddelanden Nr. LXXXXIX, 67 S., Helsingfors 1915.
— — 21.—22. Berättelse över Skadedjurs Uppträdande i Finland År 1915 och 1916. In: Ebenda Nr. CXXXI, 227 S., Helsingfors 1921.
Maslowskij, N., (Massenbefall durch *Chaetocnema concinna* Marsh. und *Phyllotreta vittula* Redtb. in Transbaikalien). (Russisch.) In: Défense des Plantes, V. (1928), no. 5 und 6, p. 678—679, Leningrad 1929. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. XVII, S. 596, 1929.
Menozzi, C., Insetti dannosi alla barbabietola osservati durante la campagna 1929. (Osservazioni ed appunti preliminari.) In: Indust. sacca rif. ital. XXIII, nos. 1, 2, 4. 24, 19 u. 28 p., 13 pls., Genova 1930. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. XVIII, S. 561 bis 563, 1930.
Mesnil, L., Contribution à l'étude de trois coléoptères nuisibles aux céréales. In: Annales des Epiphyties, 16. Ann., Nr. 3—4, S. 190—208, 1930.
Newton, H. C. F., The Biology of Flea-Beetles *(Phyllotreta)* attacking cultivated Cruciferae. In: Journal of the South-Eastern Agricultural College. Wye, Kent Nr. 25, S. 90—115, July 1928.
— — Observations on the Biology of some Flea-beetles of economic Importance. In: J. S.-E. Agric. Coll. no. 26, p. 145—164, 27 figs., 33 refs., Wye, Kent 1929. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. XVII, Ser. A., Part 12, S. 578—680, London 1929.
Nördlinger, F., Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. 2. Aufl. Stuttgart 1869.
Пачоскій, І. К., Обзоръ враговъ сельск. хоз. Херсонск. губ. за 1910 и 1911 г. г. Херсонъ. 1911.
Picard, F., Le *Cleonus mendicus* et le *Lixus scabricollis*, Charançon nuisibles à la Betterave dans le midi de la France. In: Bull. Soc. d'Étude et de Vulgarisation Zool. Agric., Bordeaux, XII, no. 5, Oct. 1913, p. 129—137, 1 pl. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. II, S. 89—90, 1914.
— — Les Insectes Nuisibles à la Betterave dans le Midi de la France. In: La Vie Agric. et Rur., Paris, III, no. 14, p. 390—391, 1914. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. II, S. 450—451, 1914.
Pjatakowa, V. L., (Erdflöhe). (Russisch). In: Bulletins of Mleew Horticultural Experiment Station Nr. 11, 75 p., Mleew 1928.
Rambousek, F., Über die Rübenschädlinge im Jahre 1924. In: Zeitschr. Zuckerind. d. čechoslow. Republ. XLIX, nos. 35—38, p. 267—272, 275—279, 283—288, 291—295, illus. 1925. Ref.: Zeitschr. Pflanzenkr. u. Gallenk., XXXV, no. 5—6, p. 247—249, 1925.
— — Die Rübenschädlinge im Jahre 1926. In: Zeitschr. Zuckerind. d. čechoslow. Republ., II (VIII), nos. 30—31, p. 313—323, 325—335, 14 figs., Prague 1927, Sep. 21 p.
Reuter, E., 7. Berättelse öfver Skadeinsekters Uppträdande in Finland År 1901. In: Landtbruksstyrelsens Meddelanden Nr. XXXIX, 72 S., Helsingfors 1902.
— — Angrepp på sädesslag af larven till *Phyllotreta vittula* Redtb. In: Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica Heft 28, S. 72—75, B. Smärre Uppsatser 1902.
— — Weißährigkeit der Getreidearten. In: Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XII. Bd., S. 324—338, Stuttgart 1902.
— — 9. Berättelse öfver Skadeinsekters Uppträdande in Finland År 1905. In: Landtbruksstyrelsens Meddelanden Nr. XLVII, 27 S., Helsingfors 1904.
— — 13. Berättelse öfver Skadeinsekters Uppträdande i Finland År 1907. In: Landtbrukssyrelsens Meddelanden Nr. LXIX, 26 S., Helsingfors 1909.
— — 15. Berättelse öfver Skadeinsekters Uppträdande i Finland År 1909. In: Landtbruksstyrelsens Meddelanden Nr. LXXVIII, 29 S., Helsingfors 1911.
Riley, Ch. V., Report of the Entomologist for the year 1884. Washington ? 1885, S. 285—416.
Rostrup, S., Jordloppeangrebet i 1918. In: Tidsskrift for Planteavl. 27. Bd., S. 216 bis 286, København 1920—21.

Rostrup, S., og Thomsen, M., Vort Landbrugs Skadedyr. 4. udgave, 348 S., København 1928.

— — Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Deutsche Übersetzung von Bremer, H., und Langenbuch, R., 367 S., Berlin 1931.

Rupertsberger, M., Die biologische Literatur über die Käfer Europas von 1880 an. Linz und Niederrana 1894, 308 + 2 p.

Ruschkowski, I. A., (Schädlinge der Landwirtschaft im Gouvernement Ufa im Jahre 1913). (Russisch.) (Veröffentl. vom Agronom. Dept. Zemstvo Gouv. Ufa, Ufa 1914, 29 p.) Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. III, S. 480—482, 1915.

Sacharow und Schembel, In: Rep. ent. Stat. Astrachan Soc. Agr. 1914.

Sahlberg, J., Catalogus coleopterorum faunae fennicae geographicus cum mappis duabus geographicis. In: Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica XIX, Nr. 4, S. 1—132, Helsingfors 1900.

Schaufuß, C., Calwers Käferbuch. Einführung in die Kenntnis der Käfer Europas. 6. Aufl, Bd. II, Stuttgart 1916.

Schöyen, W. M., Beretning om Skadeinsekter og Plantesygdomme i 1894. Kristiania 1895.

— — Beretning om Skadeinsekter og Plantesygdomme i Land- og Havebruget 1906. Kristiania 1907.

Scott, H., An Entomological Tour in Kurdistan. In: Ent. Mon. Mag., lxv, p. 69—82, 3 pls., 1 map., London, March 1929.

Золотаревскій, Е. Н., Пре Аварите пьный отчеть о работахъ по энтомопотіи въ 1914 г. Ставрополь.

Tullgren, A., Skadedjur i Sverige Åren 1912—1916. In: Meddelande Nr. 152 från Centralanstalten för Försöksväsendet på jordbruksområdet. Entomologiska avdelningen Nr. 37, 104 S., Stockholm 1917.

— — Kulturväxterna och Djurvärlden. Stockholm 1929, 837 S., 812 Abb.

Wassiliew, (Eug. M.), (Report on the Work of the Entomological Branch of the Myco-Entomological Experiment Station of the All-Russian Society of Sugarrefiners [in Smiela, govt. of Kiev] in 1914), Kiev 1915, 74 p. figs. Ref.: Rev. appl. Entom. Vol. III, Ser. A, Part 9, S. 541—544, London, September 1915.

Weise, J., 1. Abtheilung: Coleoptera. In: Erichson, W. F., Naturgeschichte der Insecten Deutschlands, fortges. v. Schaum, H., Kraatz, G., v. Kiesenwetter, H., und Weise, J. 6. Bd., 4. Lief., Berlin 1886.

Zetterstedt, I. W., Insecta Lapponica. Lipsiae 1840.

Znamenskij, A. W., („Dem Feldwesen schädliche Insekten." I. Teil. Die Schädlinge der Körnerpflanzen). (Russisch.) Poltawa 1926.

Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge.

I.

Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L.

Von

H. Z. Klein.

(Aus dem entomologischen Laboratorium der J. A. P. landwirtschaftlichen Versuchsstation Tel Aviv, Palästina. Abteilungsvorstand Prof. Dr. Bodenheimer.)

(Mit 10 Abbildungen.)

Inhalt. Seite

Einleitung 396
A. Die Entwicklungsdauer von *Pieris brassicae* 397
1. Die Präovipositionsdauer 397
2. Das Eistadium 399
3. Das Raupenstadium 403
4. Das Puppenstadium 409
5. Die Gesamtentwicklung 411
6. Die Lebensdauer der Imagines 415
7. Zusammenfassung 417
B. Die Eizahl von *Pieris brassicae* 418
1. Die ovariale Eientwicklung 418
2. Die Gesamteiproduktion 420
3. Die Zahl der abgelegten Eier 422
4. Zusammenfassung 427
C. Die Mortalität von *Pieris brassicae* 428
1. Das Eistadium 428
2. Das Raupenstadium 430
3. Das Puppenstadium 432
4. Die Gesamtentwicklung 433
5. Zusammenfassung 434
D. Analyse der Entwicklung von *Pieris brassicae* 435
1. In Palästina 435
2. Im Verbreitungsgebiet der Art 439
E. Das Entwicklungspotential von *Pieris brassicae* 443
Ergebnisse 446
Literatur 447

Einleitung.

Der Zweck des Studiums für die vorliegende Arbeit war, systematisch Daten zwecks ökologischer und epidemiologischer Untersuchung zu sammeln. Die Wahl von *Pieris brassicae* L. für diesen Zweck ist deswegen von besonderem Interesse, da diese Art in Palästina die Südgrenze ihrer Verbreitung hat. Es wurden während fast fünf Jahren (1926—1931) Zuchten in großem Umfange durchgeführt. Die Zahl der beobachteten Tiere belief sich alljährlich auf viele Tausende. Die Zuchten gingen in kleinen und großen Kästen teils im Freien und teils im Zimmer vor sich. Es sei gleich vorweggenommen, daß Unterschiede in bezug auf Entwicklung und Mortalität zwischen den Freiland- und den Zimmerzuchten so gut wie gar nicht festzustellen waren. Als Futter wurden gleichgroße Kohlpflanzen in Töpfen gereicht, die besonders für diesen Zweck angebaut wurden, so daß in bezug auf die Nahrung stets gleiche Bedingungen vorausgesetzt waren. Nur bei zwei Wintergenerationen wurden den großen Raupen in den allgemeinen Zuchten Blätter von fertigen Kohlköpfen gereicht. Da auf Resultate von möglichst natürlichen Bedingungen besonderer Wert gelegt wurde, wurden außer einigen Eizuchtversuchen im Thermostat keinerlei Experimente angestellt. Ort der Zuchten war die landwirtschaftliche Versuchsstation in Tel Aviv, in der palästinensischen Küstenebene. Die meteorologischen Daten stammen von der Regierungsstation am gleichen Orte. In dieser Arbeit soll nur der Einfluß der beiden wesentlichsten Klimafaktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit Gegenstand der Untersuchung sein. Daher wurden alle Zuchten, in denen Parasiten oder Krankheiten auch nur in geringstem Maße auftraten, von der Verarbeitung ausgeschlossen. Es liegt in der Natur dieser Untersuchung, daß recht großes Material heranzuziehen war, daher sind die Tabellen zahlreich geworden, wie denn auch für weitere epidemiologische Auswertung die Berücksichtigung der einzelnen Entwicklungsstadien jede für sich von großer Bedeutung war. Zur Berechnung und anschaulichen Darstellung der Daten und ihrer Ergebnisse wurden zwei Methoden benutzt: die verbesserte Wärmesummenregel nach Blunck-Bodenheimer (das Produkt aus Entwicklungsdauer und der Differenz zwischen der absoluten Temperatur und der oberen Grenze der Kältezone ist konstant; c = Entwicklungsnullpunkt, Th. C. = Thermalkonstante) und das Mortalitätsdiagramm nach Shelford und Bodenheimer. Aufgabe dieser Arbeit war es auch, die Verwendungsmöglichkeit der Blunck-Bodenheimerschen Formel zu erproben und eine Analyse der Entwicklungsmöglichkeit von *Pieris brassicae* zu versuchen.

Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt Verfasser von Herrn Prof. Dr. Bodenheimer, dem hierfür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

A. Die Entwicklungsdauer.

1. Die Präovipositionsperiode.

Schon in der früheren Literatur wird aus den Ländern mit mehreren jährlichen Generationen von *Pieris brassicae* L. die Zeit zwischen dem Schlüpfen der Falter und ihrer ersten Eiablage entsprechend der Witterung verschieden lang angegeben. So berichtet Ghosh (1914) aus Oberindien, daß die Präovipositionsperiode dort bei warmem Wetter zwei Tage, bei kaltem Wetter länger dauert. Auel (1902) nimmt ihre Dauer bei Potsdam mit 5 Tagen an. Notwendig waren also genaue Untersuchungen über die Ursachen der Dauer dieser Periode. In der folgenden Tabelle (Tabelle 1) sind Beobachtungen hierüber aus mehreren Jahren beigebracht mit Angabe der beiden klimatischen Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Tabelle 1.

Dauer der Präovipositionsperiode von *Pieris brassicae*.

Zahl der Zuchten	Monat und Jahr	Temperatur in ° C	Luftfeuchtigkeit in %	Durchschnittliche Dauer in Tagen
1	VI. 27	24,9	84	4,0
6	XI. 28	17,8	79	4.2 (3—6)
6	II. 29	13,0—13,6	85	10,0 (9—12)
3	II./III. 29	14,5	79	11,0 (7—18)
1	III. 29	14,2	85	9,0
4	III. 29	15,0—15,2	86	5,3 (2—7)
2	II./III. 30	13,2	86	21,5 (21—22)
2	III. 30	15,0—15,7	78—81	8,5 (8—9)
1	IV. 30	16,4	82	5,0
1	IV. 30	17,3	82	4,0
1	IV. 30	19,9	70	4,0
5	VI. 30	25,4—25,8	63—72	3,2 (3—4)
2	VII. 30	27,3	71	3,5 (3—4)
1	III. 31	18,2	70	8,0
2	III. 31	16,6	67	4,5 (4—5)

Ein Überblick zeigt bald, daß irgendwelche Einwirkung seitens der Luftfeuchtigkeit anscheinend nicht besteht, es sei denn, daß überhaupt keine Eier abgelegt werden, worüber an anderer Stelle (S. 423) genauer berichtet wird. Jedoch ganz auffällig ist die Wirkung der Temperatur auf die Dauer der Präovipositionsperiode. In der folgenden Tabelle (Tabelle 2) sind zur besseren Übersicht die Daten über die Dauer der Präovipositionsperiode mit ihrer Temperatur zusammengestellt.

Tabelle 2.

Dauer der Präovipositionsperiode bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur in ° C	Dauer in Tagen	Durchschnitt	Maximum	Minimum
13—14	22, 21, 12, 12, 9, 9, 9, 9	13,9	22	9
14—15	18, 9, 9, 8, 7, 7	9,7	18	7
15—16	8, 6, 6, 2	5,5	8	2
16—17	5, 5, 4	4,7	5	4
17—18	6, 5, 4, 4, 4, 3, 3	4,1	6	3
18—19	8			
19—20	4			
24—25	4			
25—26	4, 3, 3, 3, 3	3,2	4	3
27—28	4, 3	3,5	4	3

Wir erkennen hier den Einfluß der Temperatur auf die Dauer dieser Periode genau: je höher die Temperatur, desto kürzer die Präovipositionsperiode. Die Auelsche Angabe für Potsdam mit 5 Tagen stimmt bei den dortigen Durchschnittstemperaturen[1]) von 17—18 ° C für die betreffenden Monate Juni bis August gut zu den festgestellten Tatsachen.

Die Berechnung der verbesserten Wärmesummenregel erfolgt nach den beiden folgenden Ansätzen:

$$13{,}9 \text{ Tage} = 13{,}5\,^{\circ}\text{ C}; \qquad 3{,}2 \text{ Tage} = 25{,}5\,^{\circ}\text{ C}.$$

$$13{,}9\ (13{,}5 - c) = 3{,}2\ (25{,}5 - c)$$

$$10{,}7\,c = 106{,}05$$

$$c = 10\,^{\circ}\text{ C}$$

$$\text{Th. C.} = 49\,^{\circ}$$

Die so errechneten Hyperbelpunkte sind:

28	26	24	22	20	18	16	14	12 ° C
2,7	3,1	3,5	4,1	4,9	6,1	8,2	12,3	44,5 Tage.

Die Kopula.

Da keine lange Reihe von Beobachtungen darüber vorliegt, wie lange nach dem Schlüpfen die Falter in die Kopula eingehen, seien hier nur gelegentliche Beobachtungen wiedergegeben.

Zucht-Nr.	Monat und Jahr	Temperatur in ° C	Luftfeuchtigkeit in %	Kopula nach Schlüpfen in Tagen	1. Eiablage nach Kopula in Tagen	Dauer der Präovipositionsperiode in Tagen
26	XI. 28 . .	17,8	79	1	3	4
94	II./III. 29 .	15,2	86	2	10	12
95	II./III. 29 .	15,2	86	2	—	—
100	III. 29 . .	13,6	85	4	9	13

[1]) Zahlen der meteorologischen Station Berlin (nach Hann).

Entsprechend der geringeren Dauer der Präovipositionsperiode bei höheren Temperaturen scheint auch die Kopula desto früher stattzufinden, je höher die Temperatur ist. Die Begattung beobachtet man in den warmen Stunden und in den kälteren Jahreszeiten stets nur mittags bei starkem Sonnenschein. Die Dauer der Kopula ist verschieden, doch im allgemeinen recht lange und währt meist über eine Stunde. Bei dem Pärchen 95 waren die Tiere noch zwei Tage nach Beginn in Kopula und mußten erst getrennt werden. In diesem Falle lebte das Weibchen noch 3 Tage nach der Trennung, legte aber keine Eier ab, obwohl sich sehr viele in den Ovarien fanden.

Schon Auel berichtete von seinen Beobachtungen vor 30 Jahren, daß bei trübem Wetter die Falter den Flug einstellen und dadurch nicht zur Begattung kommen, die erst dann stattfindet, wenn wieder sonnige Tage erscheinen.

2. Das Eistadium.

Die Dauer der Eientwicklung in den Zuchten während der verschiedenen Jahre und Jahreszeiten ist aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3.

Dauer der Eientwicklung von *Pieris brassicae.*

Zahl der Zuchten	Monat und Jahr	Durchschnittliche Dauer des Eistadiums in Tagen	Temperatur in ° C	Luftfeuchtigkeit in %
2	III. 27	11,5 (11—12)	15,5	80
13	XI. 28	7,6 (6—10)	17,0—17,8	78—79
12	XI. 28	8,7 (6—11)	16,4—16,8	78—79
5	XI./XII. 28	8,4 (8—9)	15.6—15,8	80—82
2	III. 29	12,0 (11—13)	13,8—13,9	85
12	III. 29	11,4 (10—13)	14,0—14,8	84—85
2	III. 29	12,0	14,7—14,8	78
1	III. 29	7,0	15,4	86
8	II. 30	8,6 (8—9)	14,4—14,5	82—84
1	II. 30	8,0	14,5	79
2	V. 30	5,0	20,8—21,0	71
5	V. 30	4,7 (4—6)	22,3—22,5	83—84
2	VI. 30	3,0	25,8	72

Wir schreiten zunächst zur Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf die Dauer der Eientwicklung.

Bei Zusammenstellung der Durchschnittszahlen unter Zusammenziehung mehrerer Zehntelgrade erhalten wir folgende Liste:

Durchschnitts-temperatur in ° C	Durchschnittliche Dauer der Eientwicklung in Tagen
14,0 (13,8—14,1)	11,5
14,5 (14,3—14,8)	9,9
15,5 (15,4—15,8)	9,0
16,6 (16,5—16,8)	8,7
17,1 (17,0—17,3)	7,9
17,7 (17,5—17,8)	6,3
20,9 (20,8—21,0)	5,0
22,3 (22,3—22,5)	4,6
25,8	3,0

Die starke Abhängigkeit der Dauer der Eientwicklung von der Temperatur ist deutlich erkennbar.

Zur Berechnung der Temperaturentwicklungskurve nach der verbesserten Wärmesummenregel nehmen wir die folgenden Ansätze:

$$14{,}0\,^{\circ}\,C = 11{,}5 \text{ Tage}$$
$$22{,}3\,^{\circ}\,C = 4{,}6 \text{ Tage}$$
$$c = 8{,}5\,^{\circ}\,C$$
$$\text{Th. C.} = 63{,}5\,^{\circ}\,C$$

Die entsprechenden Daten sind in Hyperbelform in Abb. 1 eingetragen, wo wir auch die Durchschnittszahlen der Dauer der verschiedenen Eizuchten nebst der Entwicklungsbreite finden.

Als Ergänzung zu den Zuchten wurden Eier sofort nach ihrer Ablage in den multiplen Thermostat (nach Williams) bei konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit gebracht. Infolge geringer Zahl an vorhandenen Eiern zur Zeit des in Rede stehenden Versuchs konnten nicht alle gewünschten Kombinationen angesetzt werden. Jeder Versuch umfaßte 20 Eier. Die Resultate sind in der folgenden Liste zusammengestellt:

Thermostatversuche mit Eiern.

Die jungen Raupen schlüpften bei

Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %		
	100	90	80
34	nicht geschlüpft	—	nicht geschlüpft
30	nach 3 Tagen	nach 3 Tagen	nach 3 Tagen
28	„ 4 „	—	—
24	„ 4 „	—	„ 3 „
18	„ 5 „	—	„ 5 „
10	„ 14 „	—	nicht geschlüpft
5	nicht geschlüpft	—	„ „

In Abb. 1 sind die Resultate dieser Thermostatversuche eingetragen, die mit den Zuchten und errechneten Daten gut übereinstimmen. Wir können annehmen, daß unter 8° C resp. bei 32° C die untere resp. die

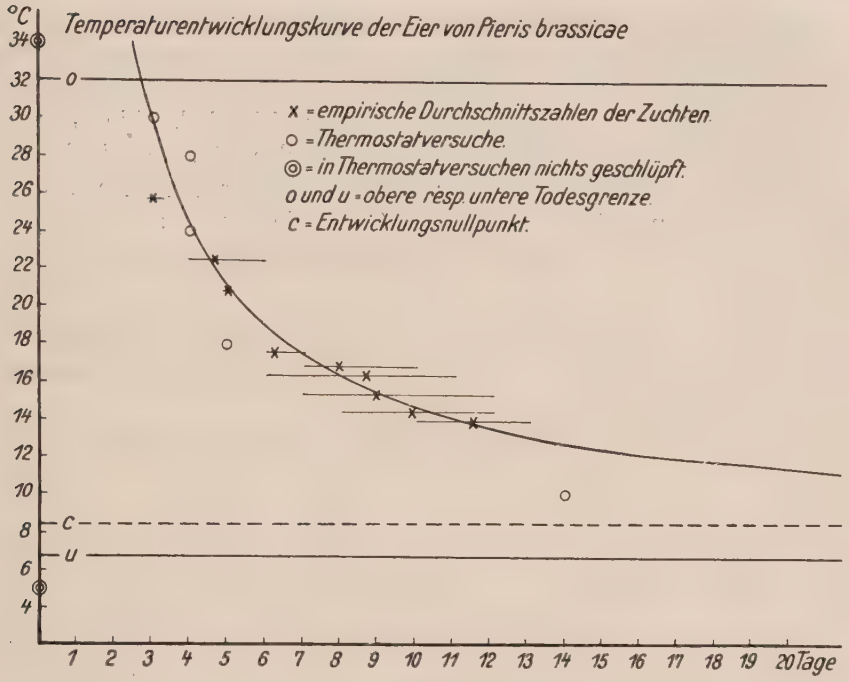


Abb. 1.

obere Grenze einer Eientwicklung (Todesgrenze) überhaupt liegt. Um die Übereinstimmung der empirischen mit den errechneten Daten leichter zu übersehen, seien diese in der folgenden Liste zusammengestellt (Tab. 4):

Tabelle 4.

Dauer der Eientwicklung in Tagen.

bei °C	Empirisch		Thermostat	Errechnet	Abweichung der errechneten Zahl von der empirischen in %
	von — bis	Durchschnitt			
10,0 . . .	—	—	14	42,3	202,1
14,0 . . .	10—13	11,5	—	11,5	0,0
14,5 . . .	8—12	9,9	—	10,6	7,1
15,5 . . .	7—12	9,0	—	9,1	1,1
16,6 . . .	6—11	8,7	—	7,8	10,3
17,1 . . .	7—10	7,9	—	7,4	6,3
17,7 . . .	6—7	6,3	—	6,9	9,5
18,0 . . .	—	—	5	6,7	34,0
20,9 . . .	5	5,0	—	5,1	2,0
22,3 . . .	4—6	4,6	—	4,6	0,0
24,0 . . .	—	—	3 resp. 4	4,1	2,5 resp. 36,7
25,8 . . .	3	3,0	—	3,7	23,3
28,0 . . .	—	—	4	3,3	17,5
30,0 . . .	—	—	3	3,0	0,0

Wenn man berücksichtigt, mit welch niedrigen Zahlen hierbei gerechnet wird, wobei z. B. 1 = 10 resp. 25 und mehr % ausmacht, so sehen wir, daß sämtliche Zahlen jeder Reihe mit Ausnahme des Thermostatversuches bei 10° C sich gleich oder völlig gleich sind. Ein Vergleich mit Zuchten aus zwei einander ganz fern liegenden Ländern sei hier noch herangezogen. Auel berichtet über die Dauer seiner Eizuchten aus Potsdam aus den Jahren 1896, 1900 und 1901. Sie ergaben:

im Juni	8 Tage	Monatsdurchschnittstemperatur	16,7° C
im August . . .	6 „	„	17,4° C,

ferner erzog er Raupen aus Eiern bei einer konstanten Temperatur von 17,3° C in 8 Tagen. Gosh teilt über seine Zuchten in Pusa (Oberindien) folgende Erlebnisse mit:[1])

Anfang Februar . .	9 Tage	Monatsdurchschnittstemperatur	17,0° C
März	5 „	„	22,0° C
April	4 „	„	25,0° C

Diese Daten seien hier gleichfalls den nach der Hyperbel errechneten Zahlen gegenübergestellt:

Temperatur in C	Empirisch: Dauer in Tagen	Empirisch: Ort	Errechnet in Tagen	Abweichung der errechneten Zahl von der empirischen in %
16,7	8	Deutschland	7,7	3,7
17,3	8	„	7,2	10,0
17,4	6	„	7,1	11,8
17,0	9	Indien	7,5	16,7
22,0	5	„	4,7	6,0
25,0	4	„	3,8	5,0

Eine Durchsicht der Tabelle 3 in bezug auf einen Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Eientwicklungsdauer zeigt, daß ein solcher allein nicht vorhanden ist, wie ja auch schon aus den Resultaten der Thermostatversuche hervorgeht.

Wir haben alle aus Zuchten und Thermostatversuchen hervorgegangenen Zahlen in ein Koordinatensystem (Abb. 2) mit der Temperatur als Ordinate und der Luftfeuchtigkeit als Abzisse eingesetzt. Dieses Bild zeigt uns, daß wir mehrere Gruppen in bezug auf die Eientwicklung unterscheiden können, die angenähert ellipsenförmig mit parallelen Grenzen verlaufen. Alle Gruppen zusammen werden durch die obere (bei ca. 32° C) und die untere (ca. 7° C) Todesgrenze ohne Unterschied der Luftfeuchtigkeit abgeschlossen. Die schnellste Entwicklung von 3 Tagen wird von einer Linie begrenzt, die bei 30° C und 100 % L. F. beginnend sich bis zu

[1]) Da keine meteorologischen Daten aus Pusa zur Verfügung standen, wurden die Zahlen der geographisch nächsten Station Dhubri (nach Hann) gewählt.

24° C und 80 % L. F. hinabzieht, um dann wieder zu 30° C und 60 % L. F. aufzusteigen. Die zweite Gruppe mit 4—5 Tagen Eientwicklungsdauer läuft 6° C tiefer der ersten parallel, die dritte mit 5—12 Tagen weitere 6° C tiefer den beiden ersten parallel. Die letzte Gruppe liegt

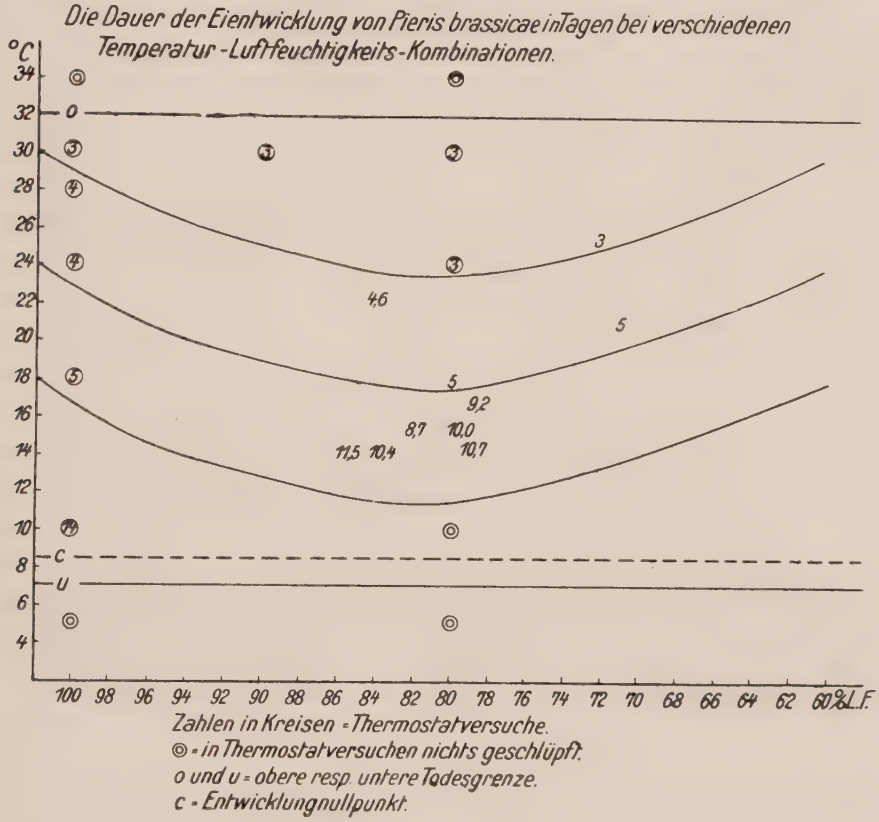


Abb. 2.

noch tiefer und erfordert für das Ei eine sehr lange Entwicklungsdauer oder diese Entwicklung ist sogar schon unmöglich. Die Grenze mit 60 % L. F. ist dadurch gegeben, daß, wie aus den Kapiteln über die Eizahl hervorgeht (s. S. 420ff.), nahe dieser Grenze keine Eiablage oder sogar Eiproduktion mehr stattfindet.

3. Das Raupenstadium.

Die Dauer der Raupenentwicklung finden wir zusammen mit den meteorologischen Daten in Tabelle 5.

Zunächst wollen wir betrachten, ob und welcher Einfluß der Temperatur auf die Raupenentwicklung existiert. In der folgenden Liste (Tab. 6) sind die Zahlen übersichtlich zusammengestellt und zwar getrennt für die

Tabelle 5.

Die Dauer der Raupenentwicklung von Pieris brassicae.

Zahl der Zuchten	Monat und Jahr	Durchschnittliche Dauer der Entwicklung in Tagen kürzeste	mittlere	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %
1	III.—IV. 27	21	22	17,2	78
1	V. 27	16	17	21,9	81
1	X.—XI. 28	18	20	20,3	80
1	X.—XI. 28	18	21	19,1	74
1	XI. 28—I. 29	37	39	15,1	84
7	XI. 28—I. 29	36,4 (32—47)	39,1 (34—56)	14,2—14,8	84—85
1	XII. 28—I. 29	48	48	13,4	86
1	III.—IV. 29	24	24	16,3	81,6
2	II.—III. 30	29,5 (29—30)	33	14,7—15,0	83
1	V.—VI. 30	18	20	22,3	70
1	V.—VI. 30	14	17	23,3	69
1	V.—VI. 30	14	14	24,8	68
5	VI. 30	13,2 (12—15)	14,4 (13—16)	25,0—25,3	68
2	VII. 30	12,5 (11—14)	13,0 (12—14)	27,0—37,3	75—76
1	XII. 30—I. 31	28	31	15,3	80

schnellste Entwicklung (d. h. bis zur Verpuppung der ersten Raupe jeder Zucht) und die mittlere Entwicklung (d. i. das Datum, an dem die Hälfte der Puppen jeder Zucht vorhanden war). Die Entwicklungstemperatur bei diesen beiden Daten differiert stets nur um $^1/_{10}$—$^3/_{10}$° C, die unberücksichtigt bleiben können.

Tabelle 6.

Entwicklungsdauer der Raupen bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur in °C	Durchschnitt der schnellsten Entwicklung in Tagen	Durchschnitt der mittleren Entwicklung in Tagen
13,6 (13,4—13,9)	47,5	52,0
14,7 (14,6—14,8)	34,1	35,9
15,1 (15,0—15,3)	31,3	34,3
16,3	24,0	24,0
17,3	21,0	22,0
19,1	20,0	21,0
20,1	18,0	20,0
22,1 (21,9—22,3)	17,0	18,5
23,3	14,0	17,0
24,6 (24,5—24,8)	14,5	14,5
25,1 (25,0—25,3)	13,1	14,5
27,1 (27,0—27,3)	12,5	13,0

Die Unterschiede zwischen der schnellsten und mittleren Entwicklungsdauer sind relativ gering; so nehmen wir als Ansätze für die Herstellung der Hyperbel die durchschnittlichen Zahlen der schnellsten Entwicklung:

$$14{,}7^0\ C = 34{,}1 \text{ Tage}$$
$$25{,}2^0\ C = 13{,}1 \quad „$$
$$c = 8^0\ C$$
$$\text{Th. C.} = 228^0$$

In Abb. 3 ist die Hyperbel nach diesen Punkten zusammen mit den empirischen Zahlen der schnellsten Entwicklungsdauer eingetragen. Wir wollen nun die errechneten Daten den empirischen gegenüberstellen.

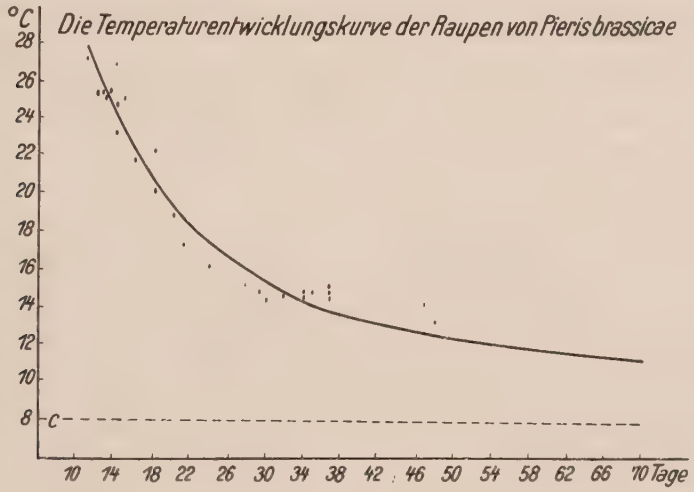


Abb. 3.

Tabelle 7.

Dauer der Raupenentwicklung in Tagen.

Temperaturen in ° C	Empirisch in Tagen	Errechnet bei Temperatur in Tagen	in ° C	Abweichung der errechneten Zahlen von den empirischen in %
13,4—13,9	47,5	40,7	13,6	14,3
14,6—14,8	34,1	34,1	14,7	0,0
15,1—15,3	31,3	32,6	15,0	4,2
16,3	24,0	27,4	16,3	14,2
17,3	21,0	25,2	17,3	20,0
19,1	20,0	20,1	19,1	0,5
20,1	18,0	18,8	20,1	4,4
21,9—22,3	17,0	16,3	22,0	4,1
23,3	14,0	14,9	23,3	6,4
24,5—24,8	14,5	13,7	24,6	5,5
25,0—25,3	13,2	13,3	25,2	0,8
27,0	12,5	12,0	27,0	4,0

Die Übereinstimmung der errechneten mit den empirischen Zahlen ist ziemlich eindeutig.

Zum Vergleich mit den Palästina-Zuchten und den daraus errechneten Zahlen seien einige Beispiele aus Zuchten anderer Länder beigebracht:

Temperatur in ° C	Monat	Land	Dauer der Raupenentwicklung empirisch in Tagen	Dauer der Raupenentwicklung errechnet in Tagen	Autor und Ort
17—18	VII/VIII	Deutschland	24–28	22,8—25,3	Auel, Potsdam
19	VII	Schweiz	20	20,7	Pictet, Genf[1])
22—23	III	Nordindien	15—17	15,2–16,3	Gosh, Pusa
22	VII	Südrußland	14	16.3	Zvierezomb-Zubovsky, Rostow[2])

Die Abweichungen der auf Grund der Palästina-Zuchten errechneten Zahlen von den empirischen Daten anderer Länder sind demnach recht gering.

Stellen wir die Zahlen der Entwicklungsdauer der Raupen unter Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit (auf je 3% vereinigt) zusammen, so erhalten wir:

Luftfeuchtigkeit in %	Entwicklungsdauer in Tagen kürzeste	mittlere
68—70	14,0	15,2
74—76	15,0	15,7
78—80	22,3	24,3
81—83	28,3	30,2
84—86	38,6	41,0

Auch hier können wir eine gewisse Regelmäßigkeit der Entwicklungsdauer beobachten, die mit abnehmender Luftfeuchtigkeit kürzer wird.

Die Entwicklungsdauer des Raupenstadiums in Tagen in Beziehung zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit kombiniert zeigt die folgende Zusammenstellung:

Entwicklungsdauer der Raupen bei verschiedenen Klimakombinationen.

Temperatur °C	86—82	80—74	72—68 % L. F.
28	—	—	—
27	—	13	—
26	—	—	—
25	—	-	14
24	—	—	—
23	—	—	14

[1]) Zahlen der meteorologischen Station Genf (nach Hann).

[2]) Zahlen der meteorologischen Station Lugansk (nach Hann).

Temperatur °C	86–82	80–74	72–68% L. F.
22	—	—	—
21	16	—	18
20	—	18	—
19	—	—	—
18	—	20	—
17	—	—	—
16	24	21	—
15	36/30	28	—
14	—	—	—
13	48/47	—	—

Wiederum erkennen wir hier, daß die Entwicklung sich mit zunehmender Temperatur und abnehmender Luftfeuchtigkeit verkürzt.

Die Häutungen der Raupen.

Im Laufe der Jahre wurden auch die Häutungen der Raupen beobachtet und dabei wurde festgestellt, daß zu den verschiedenen Jahreszeiten die Anzahl der einzelnen Raupenstadien verschieden war. Wir setzen die Zuchten nach der Zahl ihrer Häutungen und den beiden klimatischen Faktoren unter Hinzufügung der Raupenentwicklungsdauer zusammen (Tab. 8).

Tabelle 8.

Die Zahl der Raupenhäutungen bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur in ° C	Zahl der Häutungen	Gesamtdauer des Raupenstadiums in Tagen	Luftfeuchtigkeit in %	Zahl der Häutungen	Gesamtdauer des Raupenstadiums in Tagen
14.6—14.8	5, 5, 5	37, 35, 34	84,0	5, 5	37, 35
15,0	5	37	83,7—83,8	5, 5	37, 34
15,3	4	28	81,6	4	24
16,3	4	24	80,0	4, 4	28, 18
20,1	4	18	76,0	3	11
22,3	3	18	75,4	3	14
23,3	3	14	70,4	3	18
24,8	3	14	69,6	3	14
25,0	3, 3	15, 13	68,2—68,4	3, 3, 3	15, 14, 13
25,3	3, 3, 3	13, 13, 12	68,0	3, 3, 3	13, 13, 12
27,0	3	14			
27,3	3	11			

So erhalten wir als Resultate:

Anzahl der Häutungen	bei Temperatur in °C	resp. Luftfeuchtigkeit in %	und Raupenentwicklungsdauer in Tagen
5	14,6—15,0	84,0—83,7	34—37
4	15,3—20,1	81,6—80,0	18—28
3	22,3—27,3	76,0—68,0	11—18

Wir sehen also, daß ungefähr für je weitere 10 Tage Raupenentwicklungsdauer eine Häutung resp. ein Stadium mehr eintritt. Daß demnach die geringste Zahl an Häutungen bei der höchsten Temperatur resp. geringsten Luftfeuchtigkeit vorhanden ist, entspricht der hierbei kürzesten Entwicklungsdauer der Raupe, über die wir schon vorher sprachen.

Tabelle 9.

Länge der einzelnen Raupenstadien bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %	Dauer der Raupenstadien in Tagen						Vom Zusammenziehen bis zur Verpuppung	Insgesamt Tage
		1.	2.	3.	4.	5.	6		
14,6—15,0	84,1—83,7	6	3—4	2—4	4—5	4—7	10—15	2—3	34—37
15,3—20,1	81,6—80,0	4—6	2—4	3—4	4—5	4—9	—	1—2	18—28
22,3—27,3	76,0—68,0	3—4	2—4	2—5	2—8	—	—	0—1	11—18

Betrachten wir die Länge der einzelnen Raupenstadien (Tab. 9), so sehen wir, daß stets das letzte Stadium (d. h. nach der letzten Häutung bis zum Beginn des Zusammenziehens der Raupe nach Aufhören des Fraßes) das längste ist, und zwar je höher die Temperatur und niedriger die Luftfeuchtigkeit und dementsprechend je mehr Häutungen, desto länger dauert dieses Stadium. Es ist auch insofern verständlich, als die Raupe noch recht viel Nahrung aufnehmen muß, um puppenreif zu werden. Ganz ähnlich ist es mit dem Zeitraum vom Beginn des Zusammenziehens der Raupe bis zur Fertigbildung der Puppe. Das zweitlängste Stadium ist das erste (d. h. vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur ersten Häutung), wohl da die frischgeschlüpfte junge Raupe gewöhnlich erst nach Verzehren der leeren Eihaut etwas wandert, bevor sie mit dem Blattfraß beginnt. Das zweite und dritte Stadium sind stets die kürzesten. Wie sehr die beiden genannten klimatischen Faktoren auf die Zahl der Häutungen einwirken, sehen wir an folgendem Beispiel: Im Dezember 1928 häuteten die Raupen bei einer niedrigen Temperatur (14,6—15,0° C) resp. einer hohen Luftfeuchtigkeit (ca. 84%) während ihrer Entwicklungszeit von 34—37 Tagen 5 mal, dagegen gelangten die Raupen von Dezember 1930 bis Januar 1931 bei einer etwas höheren Temperatur (15,3° C) resp. einer niedrigeren Luftfeuchtigkeit (80%) in 28 Tagen mit 4 Häutungen zur Verpuppung.

4. Das Puppenstadium.

Die Dauer der Puppenentwicklung finden wir mit den Daten ihrer Durchschnittstemperatur und Luftfeuchtigkeit in Tabelle 10.

Tabelle 10.

Die Dauer der Puppenentwicklung von Pieris brassicae.

Zahl der Zuchten	Monat und Jahr	kürzeste Entwicklungsdauer			mittlere Entwicklungsdauer		
		in Tagen	Temperat. in °C	L. F. in %	in Tagen	Temperat. in °C	L. F. in %
1	XI. 26—II. 27	69	13,2	80	93	12,8	80
1	I.—III. 27	56	12.8	80	59	13,0	80
1	IV. 27	11	17,8	78	12	17,8	78
1	V./VI. 27	8	22,3	82	8	22,3	82
2	I.—III. 28	59,5 (58—61)	13,6	75	59,5 (58—61)	13.6	75
1	VI. 28	7	23,1	81	7	23,1	81
1	X./XI. 28	10	20,0	77	11	19,9	77
3	XI. 28	12,3 (12—13)	18.3	73—74	12,3 (12—13)	18,3	73—74
1	XI/XII. 28	17	17,7	74	17	17,7	74
8	I.—III. 29	51,6 (41—62)	12,5—12,9	84—85	56 (41—62)	12,6—13,2	84—85
1	IV. 29	14	17,4	82	14	17,4	82
1	XII. 29—III. 30	48	13,6	85	60	13,0	86
1	III.—IV. 30	17	17,5	80	19	17,5	80
8	VI. 30	8 (7—9)	25,3	68	8,2 (8—9)	25,3	68
2	VI. 30	7	27,3	76	7	27,3	76
4	I.—III. 31	45,7 (38—58)	13,7—14,0	81	45,8 (38—59)	13,7—14,2	80—81

Auch hier haben wir die kürzeste und die mittlere Entwicklungsdauer (d. h. die Zeit, in der die Hälfte der Falter geschlüpft ist) nebeneinandergestellt. Zunächst sei der Einfluß der Temperatur beobachtet (Tab. 11).

Tabelle 11.

Entwicklungsdauer der Puppen bei verschiedener Temperatur.

Temperatur in °C	Durchschnitt der kürzesten Entwicklung in Tagen	Durchschnitt der mittleren Entwicklung in Tagen
12,8 (12,5—13,2)	53,8	60,0
13,7 (13,6—14,2)	50,0	52,2
17,5 (17,4—17,8)	14,7	15,5
18,3	12,3	12,3
19,9 (19,9—20,0)	10,0	11,0
22,3	8,0	8,0
23,1	7,0	7,0
25,3	8,0	8,2
27,3	7,0	7,0

Wir sehen, daß die Unterschiede zwischen der kürzesten und mittleren Entwicklung in bezug auf die Temperatur sehr gering sind.

Für die Berechnung der Hyperbel nehmen wir die beiden folgenden Ansätze:

12,8 °C = 53,8 Tage c = 10,6 °C
25,3 °C = 8,0 Tage Th. C. = 118.

Diese Punkte sind zusammen mit den empirischen Zahlen der kürzesten Entwicklungsdauer in Abb. 4 eingetragen.

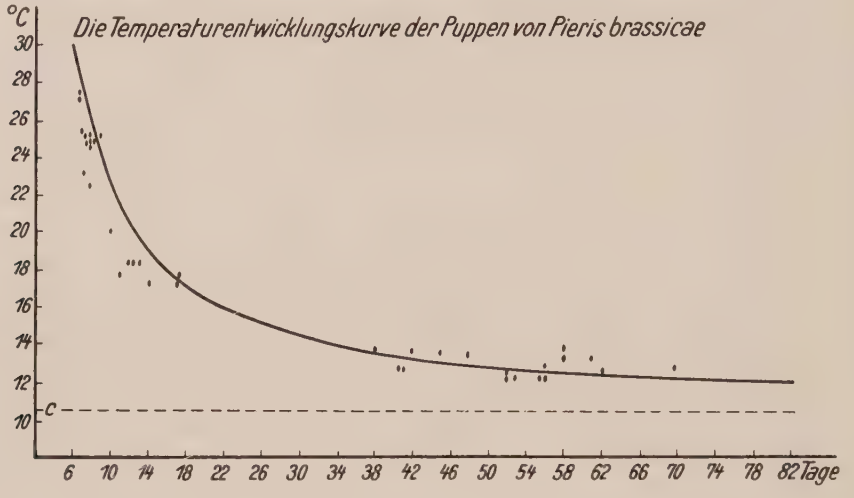


Abb. 4.

Aus anderen Ländern seien hier einige empirische Daten über die Dauer des Puppenstadiums wiedergegeben und den errechneten Zahlen gegenübergestellt:

	errechnet
Norddeutschland im Juli 14 Tage bei 18 °C . . .	16,0 Tage
Schweiz im Juli 12 Tage bei 19 °C	14,0 Tage
Südrußland im Juli 12 Tage bei 22 °C	10,4 Tage
Nordindien im April 7—9 Tage bei 23—25 ° C . .	8,2—9,4 Tage.

Bei der Zusammenstellung der Entwicklungsdauer unter Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit in der folgenden Liste erkennen wir, daß bei der durchschnittlichen Berechnung wohl eine scheinbare Regelmäßigkeit vorhanden ist, doch bei genauer Betrachtung finden wir bei allen Luftfeuchtigkeitsprozenten lange und kurze Entwicklungsdauer mit Ausnahme der extremen Punkte.

Dauer der Puppenentwicklung bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Entwicklungsdauer in Tagen
68	8,0
73—76	23,4
77—80	25,4
80—82	33,1
84—85	51,2

Die Zahlen der Puppenentwicklungsdauer in bezug auf die Kombinationen der beiden Klimafaktoren folgen hier:

Entwicklungsdauer der Puppen bei verschiedenen Klimakombinationen.

Temperatur	Luftfeuchtigkeit		
°C	86—82 %	80—76 %	74—68 %
28	—	—	—
27	—	7	—
26	—	—	—
25	—	—	8
24	—	—	—
23	—	7	—
22	8	—	—
21	—	—	—
20	—	—	10
19	—	—	—
18	14	17/11	15
17	—	—	—
16	—	—	—
15	—	—	—
14	—	—	60
13	51	46/62	—

Wir können erkennen, daß der Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer der Puppen der allein maßgebende ist und der Luftfeuchtigkeit anscheinend kein Einflußwert beizumessen ist. Sehen wir doch, daß die Entwicklungsdauer der Puppen bei gleicher Temperatur bei Verschiedenheit bis zu 10 % Luftfeuchtigkeit keine große Veränderung erfährt, und umgekehrt, daß sie bei der gleichen Luftfeuchtigkeit aber verschiedener Temperatur äußerst stark differiert.

5. Die Gesamtentwicklung.

Im folgenden Kapitel wollen wir die Dauer der Gesamtentwicklung einer Generation von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imagines betrachten. Tabelle 12 enthält die erforderlichen Daten.

Die kürzeste Entwicklungsdauer jeder Zucht ist der mittleren (d. h. bis die Hälfte aller Tiere geschlüpft ist) gegenübergestellt. Die Unterschiede zwischen beiden Daten sind so gering, daß wir uns mit der kürzesten Entwicklungsdauer für die Berechnung begnügen können. Zunächst sei festgestellt, welchen Einfluß die Temperatur auf die Gesamtentwicklungsdauer des großen Kohlweißlings ausübt.

Tabelle 12.

Die Dauer der Gesamtentwicklung von Pieris brassicae.

Zahl der Zuchten	Eiablage	Falter geschlüpft	Entwicklungsdauer in Tagen					
			kürzeste			mittlere		
			Tage	Temperatur in °C	L. F. in %	Tage	Temperatur in °C	L. F. in %
1	XI. 26	III. 27	102	13,1	82	106	13,3	82
1	III. 27	IV. 27	44	17,0	79	46	17,0	79
1	V. 27	VI. 27	28	22,0	81	30	22,1	81
3	X. 28	XI. 28	35 (34—36)	19,8—20,1	79—80	37,5 (37—38)	19,7—20,0	78—79
1	X. 28	XII. 28	43	19,0	76	44	18,9	76
9	XI. 28	III. 29	98,2 (91—107)	13,5—13,9	84	104 (100—107)	13,5—13,8	84—85
1	III. 29	IV. 29	49	16,3	82	49	16,3	82
2	II. 30	IV. 30	55 (53—57)	15,0—15,3	82—83	72 (60—84)	15,6—16,4	78—80
2	V. 30	VI. 30	30 (28—32)	22,8—23,4	70	32 (30—34)	23,0—23,6	69—70
5	V. 30	VI. 30	26,8 (25—28)	24,5—24,7	69	26,8 (25—28)	24,5—24,7	69
2	VI. 30	VII. 30	23 (22—24)	26,9—27,0	75	23 (22—24)	26,9—27,0	75
1	XII. 30	I. 31	37	15,0	79	40	14,9	79

Bei Zusammenziehung auf je 1 °C erhalten wir die folgenden Resultate:

Temperatur in °C	Durchschnittliche Gesamtentwicklungsdauer in Tagen
13,1—13,9	98,6
15,0—15,3	49,0
16,3—17,0	46,5
19,0—20,1	37,7
22,0—22,8	30,0
23,4	28,0
24,5—24,7	26,8
26,9—27,0	23,0

Die Hyperbel berechnen wir nach den beiden Ansätzen:

$$13{,}8\,^{\circ}\,C = 98{,}6 \text{ Tage}$$
$$24{,}6\,^{\circ}\,C = 26{,}8 \text{ Tage}$$
$$c = 8{,}8\,^{\circ}\,C$$
$$\text{Th. C.} = 396\,^{\circ}.$$

Die errechneten Punkte sind zusammen mit den empirischen Zahlen der kürzesten Entwicklungsdauer in Abb. 5 eingetragen. In der folgenden

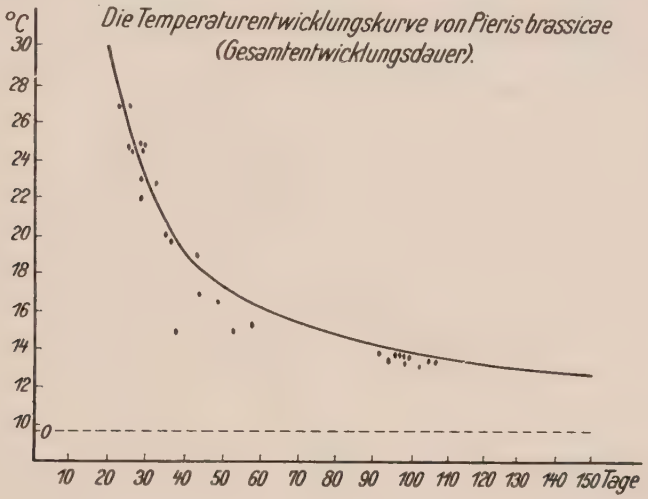


Abb. 5.

Tabelle 13 sind die empirischen Zahlen der Gesamtentwicklungsdauer den nach der verbesserten Wärmesummenregel errechneten gegenübergestellt:

Tabelle 13.

Die Gesamtentwicklungsdauer empirisch und errechnet.

Temperatur in C	Empirische Daten		Errechnete Zahlen		Abweichung der errechneten von empirischen in %
	Tage	Durchschnitt	Temperatur in °C	Tage	
13,1—13,9	107—105—102—99—98—97—96—94—91	98,6	13,5	107,0	8,5
15,0—15,3	57—53—37	49,0	15,2	73,3	49,6
16,3—17,0	49—44	46,5	16,7	57,4	23,4
19,0—20,1	43—36—34	37,7	19,6	40,4	7,2
22,0—22,8	32—28	30,0	22,4	31,4	4,7
23,4	28	28,0	23,4	29,1	4,0
24,5—24,7	28—27—26—25	26,8	24,6	26,8	0,0
26,9—27,0	24—22	23,0	27,0	23,0	0,0

Bis auf geringe Ausnahmen sind die errechneten Zahlen den empirischen Daten sehr ähnlich, meist beträgt die Abweichung nur wenige Prozente.

Einige Beispiele aus Zuchten anderer Länder seien den auf Grund unserer Zuchten errechneten Zahlen gegenübergestellt:

Temperatur in °C	Land	Entwicklungsdauer in Tagen empirisch	errechnet	Autor und Ort
17	Norddeutschland . .	46	55	Auel, Potsdam
19	Schweiz	40—42	43	Pictet, Genf
25	Nordindien	28—29	26	Ghosh, Pusa

Wenn man berücksichtigt, daß die hier wiedergegebenen Temperaturzahlen Durchschnitte von vielen Jahren sind, so kann die Übereinstimmung dieser Daten mit den errechneten Werten als besonders gut betrachtet werden.

Die Gesamtentwicklungsdauer von *Pieris brassicae* in ihrer Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit zeigt uns die folgende Liste:

Dauer der Gesamtentwicklung bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Entwicklungsdauer in Tagen
68—70	27,7
74—76	29,7
70—80	37,7
81—83	57,8
84—85	98,0

Mit zunehmender Luftfeuchtigkeit verlängert sich demnach die Gesamtentwicklungsdauer unseres Insekts Doch eine eventuell hieraus zu ziehende Regel wird durch die große Spanne zwischen 28 und 102 Tagen Entwicklungsdauer bei 81—83 % Luftfeuchtigkeit sehr in Zweifel gezogen.

Wir betrachten nun die Wirkung der beiden Klimafaktoren kombiniert auf die Gesamtentwicklungsdauer. Die Durchschnittszahlen sind in der folgenden Zusammenstellung eingetragen:

Die Gesamtentwicklungsdauer bei verschiedenen Klimakombinationen.

Temperatur	Luftfeuchtigkeit		
°C	84—80 %	78—74 %	72—68 %
28	—	—	—
27	—	23	—
26	—	—	—
25	—	—	27
24	—	—	—
23	—	—	—
22	28	—	—
21	—	—	—
20	35	—	—
19	—	43	—
18	—	—	—
17	—	—	—
16	49	44	—
15	57	37	—
14	—	—	—
13	98/102	—	—

Klar zu erkennen ist der allein dominierende Einfluß der Temperatur auf die Dauer der Gesamtentwicklung, während die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit stark zurücktritt. Der aus der früheren Liste scheinbar hervorgehende Einfluß der Luftfeuchtigkeit ist nur darauf zurückzuführen, daß bei höheren Temperaturen die Luftfeuchtigkeit meist niedrig ist.

6. Die Lebensdauer der Imagines.

Daß die Lebensdauer der Imagines in den einzelnen Jahreszeiten verschieden lang war, war aus den Zuchten leicht zu erkennen. Um einen einigermaßen genauen Überblick über den Einfluß der Klimafaktoren zu erhalten, wurde die Lebensdauer der Falter nach Geschlechtern getrennt in den verschiedenen Monaten festgestellt.

Im großen und ganzen ist die Lebensdauer der Männchen kürzer als die der Weibchen. Tabelle 14 zeigt den Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauer der Falter.

Tabelle 14.

Die Lebensdauer der Falter bei verschiedener Temperatur.

Monat und Jahr	Temperatur in °C	Weibchen		Männchen	
		Zahl der Tiere	Lebensdauer in Tagen	Zahl der Tiere	Lebensdauer in Tagen
I. 30	12,1	10	10,1	6	11,7
II. 29	13,0	3	13,7	6	11,2
II. 30	14,0	24	12,8	54	9,2
III. 29	14,6	10	14,5	12	13,5
II./III. 30	14,7	25	17,1	23	15,1
III. 30	15,4	15	9,9	9	8,3
III. 31	16,1	15	9,3	35	6,7
XI. 28	18.3	25	7,0	24	5,5
IV. 30	19,4	16	8,0	29	6,9
V. 30	21,5	19	6,5	18	6,7
V. 29	22,9	3	6,3	1	6,0
VI. 30	25,3	72	4,4	82	3,4
VII. 30	27,3	14	5,9	8	3,4

Am längsten leben die Falter bei einer Temperatur von 13—15° C. Mit der steigenden Wärme verkürzt sich ihre Lebensdauer, so daß sie bei hohen Temperaturen nur $^1/_4$—$^1/_3$ der Zeit von den bei den niedrigen leben.

Verfasser ist sich darüber klar, daß es sich bei den folgenden Berechnungen nicht um eine Entwicklungsdauer, sondern um die Lebensdauer der Imagines handelt. Doch auch diese ordnet sich den Gesetzen der gleichseitigen Hyperbel unter. Bodenheimer und Klein (1930) konnten ja auch schon solche Gesetzmäßigkeit für die Aktivität (Laufgeschwindigkeit) der Körnerameise *Messor semirufus* nachweisen.

Zur Berechnung der Hyperbel wählen wir die folgenden Ansätze für:

Weibchen	Männchen
14,0° C = 12,8 Tage	14,0° C = 9,2 Tage
25,3° C = 4,4 Tage	25,3° C = 3,4 Tage
c = 8,0° C	c = 7,2° C
Th. C. = 76°	Th. C. = 62°

Ende Februar bis Anfang März 1930 wurden vier Weibchen sofort nach dem Schlüpfen gesondert eingezwingert. Deren Lebensdauer betrug: 10, 17, 17, 19 Tage und im Durchschnitt 15,7. Sie lebten also ungefähr die gleiche Zeit wie die Weibchen, die mit Männchen zusammengehalten wurden (17,1 Tage).

Wenn wir die Lebensdauer der Falter in der Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit während dieser Zeit gegenüberstellen (Tab. 15), so sehen wir, daß die Falter bei niedriger Luftfeuchtigkeit viel kürzere Zeit als bei höherer leben.

Tabelle 15.

Lebensdauer der Falter bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Lebensdauer in Tagen ♀	♂
68	4,4	3,4
71	6,5	6,7
72	9,3	6,7
72	8,0	6,9
73	7,0	6,0
73	6,3	5,5
76	5,9	3,4
81	14,5	13,5
82	12,8	9,2
83	17,3	15,1
84	13,7	11,2
84	9,9	8,3
86	10,1	11,7

Bei Betrachtung des Einflusses der beiden Klimafaktoren kombiniert auf die imaginale Lebensdauer finden wir als Lebensdauer verlängernd eine Kombination von 13—15° C und 81—84 % Luftfeuchtigkeit. Am kürzesten leben die Falter bei hoher Temperatur verbunden mit niedriger Luftfeuchtigkeit.

Verteilt auf die Jahreszeiten ist die Lebensdauer der Falter in den Wintermonaten am längsten, es folgen Herbst und Frühling, und am kürzesten leben die Imagines im Sommer.

Im Jahre 1930 wurden die Falter sofort nach ihrem Schlüpfen auf ihre Geschlechtszugehörigkeit untersucht und diese notiert. Von den insgesamt 832 untersuchten Faltern waren 455 ♂♂ (= 54,7 %) und 377 ♀♀ (= 45,3 %). Das Verhältnis der Geschlechter zueinander ist demnach ♂ : ♀ = 11 : 9. Wirken nun die verschiedenen klimatischen Bedingungen

verschiedenartig auf die Bildung des Geschlechts? Die entsprechenden Daten geben die folgenden Zeilen:

Zahl der Falter bei verschiedenen Klimabedingungen.

	Absolut		Relativ	
Temperatur in °C	♂	♀	♂	♀
13—16	221	169	56,6	43,4
18—20	99	89	52,7	47,3
25—27	135	119	53,1	46,9
Luftfeuchtigkeit in %				
68—72	172	125	57,9	42,1
73—77	68	72	48,6	51,4
81—83	170	140	54,8	45,2
84—86	45	40	52,9	47,1

Bei allen klimatischen Punkten schlüpften Männchen und Weibchen in fast gleichem Verhältnis. Ein Einfluß der klimatischen Faktoren auf die Geschlechtsbildung ist demnach nicht festzustellen.

7. Zusammenfassung.

Um völlige Klarheit über den Einfluß der beiden Klimafaktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der einzelnen Entwicklungsvorgänge bei *Pieris brassicae* zu erhalten, seien alle Ergebnisse der gemachten Untersuchungen hier kurz zusammengestellt.

Der Einfluß der Temperatur allein geht aus Tabelle 16 hervor, in der die auf Grund der Zuchten errechneten Daten der Entwicklungsdauer eingetragen sind.

Tabelle 16.

Die Entwicklungsdauer bei verschiedener Temperatur.

Temperatur in °C	Präovipositionsperiode in Tagen	Ei in Tagen	Raupe in Tagen	Puppe in Tagen	Gesamtentwicklung in Tagen	Lebensdauer der Imagines	
						♀ in Tagen	♂ in Tagen
30	2,4	3,0	10,4	6,0	19,6	3,5	2,7
28	2,7	3,3	11,4	6,7	21,8	3,8	3,0
26	3,1	3,6	12,7	7,7	24,4	4,2	3,3
24	3,5	4,1	14,3	8,8	28,0	4,8	3,7
22	4,1	4,7	16,3	10,4	32,5	5,4	4,2
20	4,9	5,5	19,0	12,6	38,8	6,3	4,8
18	6,1	6,7	22,8	16,0	48,3	7,6	5,6
16	8,2	8,5	28,5	21,9	63,9	9,5	7,0
14	12,3	11,5	36,0	34,7	94,3	12,7	9,1
12	44,5	18,1	57,0	84,3	180,0	19,0	12,9
10	—	42,3	114,0	—	—	38,0	22,1
c	10,0	8,5	8,0	10,6	9,8	(8,0)	(7,2) °C
Th. C.	49,0	63,5	228,0	118,0	396,0	(76)	(62) °C

Betrachten wir nun den Einfluß der Luftfeuchtigkeit allein auf die Entwicklungsdauer, so finden wir, daß er sich in bezug auf die Präovipositionsperiode, Dauer der Ei-, Puppen- und Gesamtentwicklung überhaupt nicht geltend macht. Die Lebensdauer der Imagines beträgt:

Bei % Luftfeuchtigkeit	♀	♂
68—76	4— 9	3— 7 Tage
81—86	10—17	8—15 Tage

Die Entwicklungsdauer der Raupe wird mit abnehmender Luftfeuchtigkeit kürzer.

Der Einfluß der beiden Klimafaktoren kombiniert ergibt sich aus folgenden Sätzen:

1. Präovipositionsperiode: Nur die Temperatur ist von Einfluß.

2. Eistadium: Todesgrenzen bei ca. 32° C (in Thermostatversuchen), bei über 26° C in Zuchten und bei ca. 7° C, ohne Unterschied der Luftfeuchtigkeit.

a) Schnellste Entwicklung in 3 Tagen: Linie, die sich von 30° C und 100 % Luftfeuchtigkeit bis 24° C und 80 % Luftfeuchtigkeit hinabzieht, um dann wieder zu 30° C und 60 % Luftfeuchtigkeit aufzusteigen.

b) Entwicklung in 4—5 Tagen: Linie läuft 6° C tiefer der vorigen parallel.

c) Entwicklung in 5—12 Tagen: Linie läuft weitere 6° C tiefer den vorigen parallel.

d) Lange Entwicklungsdauer oder unmögliche Entwicklung: Gebiet, das tiefer als die eben genannte c-Linie liegt.

3. Raupenstadium: Die Entwicklungsdauer verkürzt sich mit zunehmender Temperatur und abnehmender Luftfeuchtigkeit.

4. Puppenstadium: Nur die Temperatur ist von Einfluß.

5. Gesamtentwicklung: Nur die Temperatur ist von Einfluß.

6. Lebensdauer der Imagines: Temperaturen von 13—15° C verbunden mit Luftfeuchtigkeit von 81—84 % wirken lebensverlängernd. Am kürzesten ist die Lebensdauer bei hoher Temperatur und niedriger Luftfeuchtigkeit.

B. Die Eizahl.

1. Die ovariale Eientwicklung.

Pieris brassicae gehört zu den Faltern, die eine rein postmetabole Eientwicklung aufweisen. Zu verschiedenen Jahreszeiten wurden frisch geschlüpfte Weibchen auf ihren Ovarieninhalt untersucht und nie wurden in ihnen legereife Eier gefunden.

Selbst nach einem Tage fanden sich in den Ovarien nur Eianlagen und zwar in sehr großen Mengen. Messungen der größten dieser Eianlagen ergaben Maße von 0,5 × 0,2 mm. Zu Winterende und Frühjahrsanfang

wurden Weibchen, die 7 und 8 Tage alt waren, untersucht. Bei dem 7 Tage alten Weibchen war die Zahl der legereifen Eier 65 (Maße 1,25 × 0,5 mm), außerdem fanden sich in den Ovarien noch viele Eianlagen. Bei dem 8 Tage alten Weibchen waren in den Ovarien 109 legereife Eier (1,0 × 0,5 mm), aber fast gar keine Eianlagen mehr. Zur gleichen Zeit waren 4 Weibchen direkt nach dem Schlüpfen abgesondert worden. Sie legten keine Eier ab. Nach ihrem Tode wurden die Ovarien untersucht und folgende Feststellungen gemacht:

Tod nach Tagen	in den Ovarien gefunden
10	30 legereife Eier (1,0 × 0,5 mm) und viele Eianlagen
17	79 „ „ (1,0 × 0,5 „) und fast keine Eianlagen
17	128 „ „ (1,0 × 0,5 „) „ „ „ „
19	45 „ „ (1,0 × 0,5 „) „ „ „ „

Ein besonderer Fall eines Pärchens, das noch nach zwei Tagen Kopula trotz energischer Bemühungen nicht auseinanderkam und daher getrennt wurde, bot Veranlassung zur Untersuchung der Ovarien. Das Weibchen lebte noch drei Tage nach der gewaltsamen Trennung vom Männchen und im ganzen 7 Tage. Nach ihrem Tode wurden in den Ovarien gezählt:

154	legereife Eier	1,0 × 0,5 mm
13	Eianlagen	0,5 × 0,3 „
ca. 30	„	0,2 × 0,2 „

Die Untersuchung der Ovarien nach dem natürlichen Tode der Weibchen zeigte in sehr vielen Fällen, daß noch Eianlagen vorhanden waren, selbst wenn die legereifen Eier längst abgelegt waren.

Man nimmt im allgemeinen an, daß nicht klimatische Einflüsse während der Entwicklungszeit bestimmend für die Eizahl sind, sondern die während der larvalen Fraßzeit aufgespeicherten Reservestoffe. Andere Autoren stellten bereits fest, daß die Begattung keinerlei Einfluß auf postmetabole Eientwicklung hat, da unbegattete Schmetterlingsweibchen ebensoviele Eier zur Ausbildung bringen wie begattete. Mehrfach wurden Experimente ausgeführt, „um durch Temperatureinflüsse den Zeitpunkt des Schlüpfens des Falters aus der Puppe zu verschieben und auf diese Weise auch die postmetabole Entwicklung zu beeinflussen und eventuell die Eizahl zu verändern". Damit wird auch die Entwicklung der Eierstöcke im gleichen Sinne beeinflußt. Eidmann (1931) kam bei seinen Versuchen mit Faltern, die eine teilweise postmetabole Eientwicklung aufweisen, zu dem Schluß, „daß durch extreme Temperaturen während der Puppenruhe die Zahl der legereifen Eier bei frischgeschlüpften Weibchen abgeändert (vermehrt oder vermindert) werden kann, nicht aber die Gesamtzahl der endgültig zur Entwicklung und Ablage gebrachten Eier."

Bei Faltern mit nur postmetaboler Eientwicklung wie *Pieris brassicae* glaubt Verfasser jedoch, daß ein Einfluß der Klimafaktoren während der Lebenszeit der Falter auf die Eizahl vorhanden ist, und dies besonders

bei extremen Bedingungen. Experimentelle Untersuchungen über diesen Einfluß sind im Arbeitsprogramm. Daher sind in den zwei folgenden Kapiteln über die Gesamteiproduktion und die Zahl der abgelegten Eier die Klimadaten der Eiablagezeit angegeben. Aber wenn wir z. B. die durchschnittliche Temperatur zur Zeit der Puppenruhe der zur Zeit der Eiablage gegenüberstellen, so finden wir, daß im Sommer (d. h. bei großer Wärme) die durchschnittliche Temperatur zur Zeit beider Perioden die gleiche ist, bei mittlerer Wärme ist der Unterschied 0,5—1,0 ° C und nur beim Übergang der Jahreszeiten (Herbst zum Winter oder Winter zum Frühjahr) beträgt er maximal 1—2 ° C. Also sind auch die Unterschiede in bezug auf die durchschnittliche Temperatur während der beiden Perioden nur gering. Wesentlich ist noch zu betonen, daß es sich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht um Experimente handelt, sondern diese Resultate von Zuchten sind, die den natürlichen Bedingungen weitgehend angepaßt wurden.

2. Die Gesamteiproduktion.

Um einen Begriff von der möglichen Gesamtproduktion an Eiern zu bekommen, wurden im Laufe der Jahre zu verschiedenen Jahreszeiten in Zuchten gestorbene Weibchen auf den noch in ihrem Innern vorhandenen Eivorrat untersucht. Für die Berechnungen wurden jedoch nur die legereifen Ovarialeier verwertet. Diese Eier zusammen mit den abgelegten ergaben die Gesamteiproduktion, wie sie in Tabelle 17 zu finden ist.

Die höchste ermittelte Eizahl in diesen Zuchten war 239. Auffallend ist, daß öfters weder Eier abgelegt, noch solche im Innern der toten Weibchen gefunden wurden oder diese an Zahl nur ganz gering waren. Die folgende Liste enthält die Durchschnittszahlen für jeden der beiden Klimafaktoren getrennt, wobei bis zu 4 Zehntelgrade resp. 2 % Luftfeuchtigkeit zusammengezogen wurden.

Temperatur in ° C	Gesamteiproduktion	Luftfeuchtigkeit in %	Gesamteiproduktion
27,5	14	87—86	124
26,3	12	85—84	106
25,6	13	83—82	94
24,1	70	81—80	111
21,9	112	79—78	99
20,7	100	76—75	77
20,0	115	72—71	17
18,2	85	70—69	51
16,6	109	68—67	72
15,9	110	64—63	26
15,1	111		
14,4	119		
13,8	99		
13,1	94		

In bezug auf die Temperatur sehen wir, daß die größte Eiproduktion zwischen 14 und 22 ° C stattfindet und diese mit zunehmender Wärme dann rapide fällt. Der völlige Mangel an Eiproduktion wird nur von 25 ° C an aufwärts beobachtet (vgl. Tabelle 17). Ferner erfolgt die größte Eiproduktion bei einer Luftfeuchtigkeit von 78 % an aufwärts, die mit sinkender Luftfeuchtigkeit abnimmt.

Tabelle 17.

Die Eiproduktion von *Pieris brassicae.*

Zahl der Zuchten	Monat und Jahr	Temperatur in ° C	Luftfeuchtigkeit in %	Zahl der Eier		
				abgelegt	in Ovarien	insgesamt
1	VI. 27	28,5	84	—	?	?
1	VI. 27	24,9	84	6	?	?
12	XI. 28	17,8	79	42,2 (2—74)	?	?
5	XI. 28	15,9—16,5	78	57,2 (0—116)	68,2 (30—112)	125,4 (78—173)
9	III. 29	13,6—14,0	85	8,6 (0—23)	63,6 (2—108)	72,2 (10—113)
11	III. 29	14,4	84	33,6 (0—227)	70,9 (12—137)	104,5 (43—239)
4	III. 29	15,2	86	157,3 (93—196)	58,2 (17—154)	215,5 (123—228)
2	IV. 29	24,1	64	—	70,0 (58—82)	70,0 (58—82)
15	II. 30	13,0	83—84	— (0—1)	101,4 (57—182)	101,4 (57—182)
5	II. 30	13,2	86	—	80,2 (28—153)	80,2 (28—153)
4	II. 30	14.0	85	33,2 (0—66)	125,0 (74—217)	158,2 (131—217)
9	II./III. 30	14,4	80	—	122,6 (63—216)	122,6 (63—216)
8	II./III. 30	14,4	84	—	125,5 (66—206)	125,5 (66—206)
11	II./III. 30	15,0	78	0,2 (0—2)	78,8 (17—143)	79,0 (17—145)
19	III. 30	15,7	81	3,2 (0—21)	102,5 (40—166)	105,7 (40—166)
4	III. 30	16,1	87	16,5 (0—66)	109,5 (12—164)	126.0 (78—164)
2	IV. 30	16,4	82	—	28,0	28,0
10	IV./V. 30	20,0	70	16,0 (0—90)	99,4 (6—194)	115,4 (29—194)
4	IV./V. 30	20,6	78	16,5 (0—54)	78.5 (54—96)	95,0 (54—150)
2	IV./V. 30	20,8	68	—	110,5 (106—115)	110,5 (106—115)
3	IV./V. 30	21,8	64	—	77,3 (14—130)	77,3 (14—130)
13	V. 30	22,0	75	48,5 (0—164)	71,6 (4—142)	120,1 (49—168)
31	VI. 30	25,4	63	0,2 (0—7)	11,0 (0—104)	11,2 (0—111)
5	VI. 30	25,6	67	—	10.0 (0—30)	10,0 (0—30)
14	VI. 30	25,7	69	0,3 (0—4)	1,3 (0—16)	1,6 (0—20)
14	VI. 30	25,8	72	12,6 (0—64)	7,2 (0—38)	19,8 (0—76)
2	VI. 30	26,3	70	—	12,0 (10—14)	12,0 (10—14)
11	VII. 30	27,3	71	1,0 (0—11)	11,0 (0—48)	12.0 (0—59)
3	VII. 30	27,6	75	1,3 (0—4)	17,0 (12—25)	18,3 (12—29)
3	II./III. 31	13,0	76	—	52,0 (48—56)	52,0 (48—56)
4	III 31	16,8	67	35,0 (0—76)	95,2 (73—142)	130,2 (85—149)
5	III. 31	18,2	70	—	85,8 (44—110)	85,8 (44—110)

Setzen wir die Zahlen der Gesamteiproduktion pro Weibchen mit Temperatur und Luftfeuchtigkeit zusammen auf eine Liste, so erhalten wir Abb. 6. Hier sind nur die Durchschnitte aller Zahlen der gleichen Klimapunkte verwendet. Erkennbar ist, daß die größte Eiproduktion bei

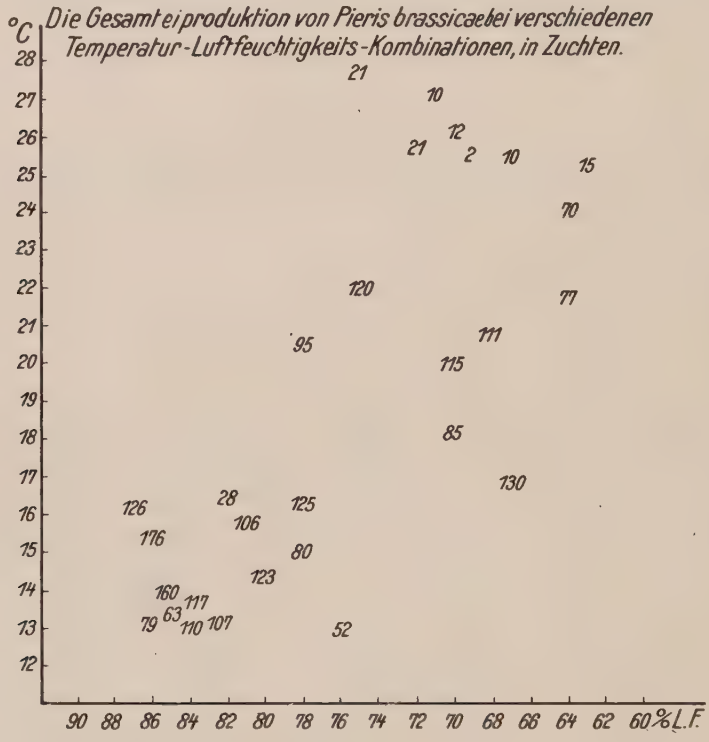


Abb. 6.

einer Kombination der Temperatur zwischen 13—17 ° C und der Luftfeuchtigkeit von 78 % an aufwärts stattfindet. Hohe Temperaturen und niedrige Luftfeuchtigkeit verursachen geringe Eiproduktion.

3. Die Zahl der abgelegten Eier.

Die Zahl der abgelegten Eier differiert von der Zahl der Gesamteiproduktion sehr stark und oft so sehr, daß kein einziges Ei abgelegt wird, trotzdem die Gesamteiproduktion nicht gering ist. Ein Blick auf Tabelle 17 läßt die Unterschiede erkennen.

Die Durchschnittszahlen der abgelegten Eier pro Weibchen unter Berücksichtigung der Temperatur zur Zeit der Ablage sind hier zusammengestellt:

Temperatur in ° C	Durchschnittliche Zahl der abgelegten Eier pro ♀: Nichtablage von Eiern mitberücksichtigt	Nur Zahlen der erfolgten Eiablagen
29—28	—	—
28—27	1	8
26—25	3	26
25—24	2	6
22—21	39	52
21—20	14	32
18—17	25	35
17—16	31	61
16—15	24	67
15—14	12	47
14—13	6	18

Die meisten Eier werden demnach zwischen 15 und 18 ° C abgelegt, doch ist die Eizahl zwischen 14 und 22 ° C noch ziemlich hoch, nimmt aber nach beiden Enden (dem warmen und dem kalten) stark ab.

Die entsprechende Zusammenstellung für die Luftfeuchtigkeit finden wir in der folgenden Liste:

Luftfeuchtigkeit in %	Durchschnittliche Zahl der abgelegten Eier pro ♀: Nichtablage von Eiern mitberücksichtigt	Nur Zahlen der erfolgten Eiablagen
87—86	45	109
85—84	21	34
83—82	—	1
81—80	2	12
79—78	24	41
76—75	33	49
72—71	8	30
70—69	5	27
68—67	16	47
64—63	—	7

Die größte Zahl an Eiern wird bei einer Luftfeuchtigkeit von 75 % an aufwärts abgelegt, während sie bei niedriger Luftfeuchtigkeit stark abnimmt.

Die Eizahlen eingesetzt in das Koordinatensystem, bestehend aus den beiden klimatischen Faktoren, ergeben dann die Abb. 7. Es zeigt sich, daß die größte Anzahl von Eiern bei einer Kombination der Temperatur zwischen 15 und 17 ° C und der Luftfeuchtigkeit von 78 % an aufwärts abgelegt wird.

Bei 13 ° C und über 28 ° C findet ohne Unterschied der Luftfeuchtigkeit keine Eiablage mehr statt und über 26 ° C ist sie ganz gering. Das gleiche erfolgt bei einer Luftfeuchtigkeit von 66 % und weniger

ohne Unterschied der Temperatur. Wir können betreffs der Zahl der abgelegten Eier ungefähr drei ineinander eingeschachtelte Figuren unterscheiden. Die erste und innerste, in der die größte Zahl der Eier abgelegt wird, wird begrenzt von 15 und 17 ° C und erstreckt sich von 78 % Luftfeuchtigkeit an aufwärts; die zweite, in der eine geringere Zahl von Eiern abgelegt wird, hat als Grenzen 14 und 22 ° C und zieht sich bis zu 69 % Luftfeuchtigkeit abwärts; die dritte, in der nur ganz wenige

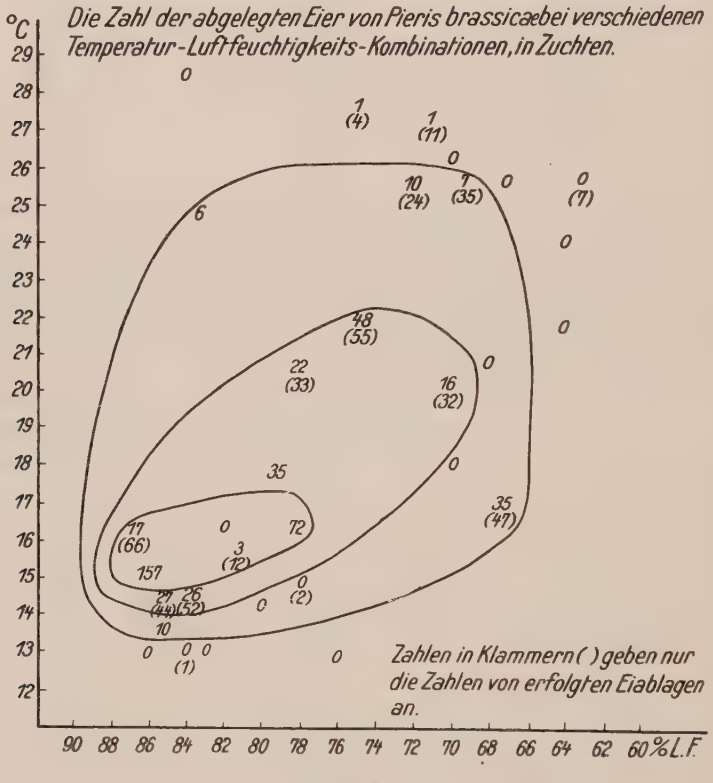


Abb. 7.

Eier abgelegt werden, erstreckt sich bei etwas geringerer Luftfeuchtigkeit nach oben bis zu 26 ° C. Die höheren Wärmegrade resp. niedrigere Luftfeuchtigkeit verhindern die Eiablage völlig.

Die größte Zahl abgelegter Eier eines Weibchens war 227.

Um einen Überblick über die Größe der Eigelege zu erhalten, seien hier Zahlen aus den allgemeinen Zuchten herangezogen. Natürlich finden wir für die Größe der Eigelege auch insoweit klimatische Abhängigkeiten, als sie im Sommer meist nur wenige Eier umfassen und diese oft auch vereinzelt abgelegt werden. So sind vielfach die zuerst abgelegten Eier vereinzelte. Von 360 Eiablagen verteilten sich die Eigelege wie folgt:

Tabelle 18.

Größe der Eigelege.

Zahl der Eier pro Gelege	Wie oft gefunden	Zahl der Eier pro Gelege	Wie oft gefunden	Zahl der Eier pro Gelege	Wie oft gefunden
1	91	24	4	59	1
2	42	25	2	60	1
3	27	27	4	61	1
4	15	29	3	63	1
5	18	30	1	64	1
6	15	31	2	66	2
7	5	32	2	68	1
8	12	33	1	70	1
9	4	34	2	72	2
10	6	35	2	74	2
11	8	36	1	80	2
12	8	37	1	81	1
13	6	38	2	85	1
14	3	42	1	93	1
15	4	44	3	95	1
16	5	45	1	110	1
17	6	46	2	116	1
18	5	47	2	125	2
19	3	50	1	131	1
20	5	52	1	164	1
21	2	53	1	181	1
22	4	58	1		

Wenn wir die Eigelege von 1—3 Eiern nicht berücksichtigen, so erhalten wir von 200 Eigelegen einen Durchschnitt von 26 (25,7) Eiern und eine Maximalzahl von 181 Eiern. Vergleichen wir diese Zahlen mit den Beobachtungen aus anderen Ländern, so erhalten wir gute Übereinstimmungen. So werden die Eigelege angegeben: aus der Schweiz (Pictet) mit weniger als 15 bis 138, aus Deutschland (Auel) bis etwa 172 und aus Indien (Ghosh) im Insektarium größte Gruppe 74, auf Feld 203 Eier. Während Pictet für die Schweiz pro Weibchen 120—130 Eier in mehreren Gelegen in der Natur annimmt, so hält Gosh für Indien diese für 200 und mehr. Friederichs (1931) gibt von 21 gezählten Eigelegen folgende Zahlen an: Minimum 30, Maximum 200, Durchschnitt 87 Eier. Wenn wir bei unseren Eigelegen von der Zahl 30 an berechnen, so erhalten wir von 53 gezählten Eigelegen: Minimum 30, Maximum 181, Durchschnitt 69 Eier.

Interessant ist ein Vergleich dieser Länder und ihrer klimatischen Bedingungen zu den Entwicklungszeiten unseres Insekts. Die Temperatur während der Eiablagezeit beträgt für Norddeutschland 17—19° C, für die Schweiz 17—19° C und für Nordindien 17—25° C. In Pusa erscheint

die erste Generation Ende Januar—Anfang Februar, 3—4 Generationen folgen sich schnell hintereinander, die Tiere verschwinden im Mai und erscheinen erst wieder gegen Ende des nächsten Winters. In der warmen Jahreszeit starben die Falter ohne Eier abzulegen, obwohl ihnen alle Möglichkeiten für Eiablage gegeben waren.

Für Tel Aviv (Palästina) seien hier die jeweils größten Eigelege des gleichen Monats nebst Temperatur und Luftfeuchtigkeit angegeben:

Monat	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %	Eizahl der größten Gelege
II.	14	79	72, 61, 47
III.	15	86	95, 81, 70
III.	16	80	164, 131, 93
III.	17	70	29, 19, 15
XI.	18	79	74, 68, 66
X.	19	86	181, 116, 80
V.	22	81	74, 72, 59
V.	22	75	125, 85, 80
VI.	26	75	46, 19, 14
VII.	27	71	8, 4, 2

Wir sehen also, daß die größten Eigelege bei einer Temperatur von 15—22° C verbunden mit einer Luftfeuchtigkeit von 75% an aufwärts abgelegt werden und ihre Zahl bei hoher Temperatur resp. geringer Luftfeuchtigkeit sehr niedrig ist. Die Temperaturangaben passen gut zu denen der anderen Länder.

In Pusa sterben nach Ghosh die Falter in der warmen Jahreszeit ohne Eiablage (dort steigt die Durchschnittstemperatur von Mai an über 25 bis ca. 28° C). Tabelle 17 zeigt uns wie auch die Zusammenstellung auf S. 422, wie sehr die Zahl der abgelegten Eier pro Weibchen über 25° C abnimmt und daß bei diesen hohen Temperaturen meistens gar keine Eier abgelegt werden.

Aus Naturbeobachtungen ist bekannt, daß die Weibchen häufig die Eiablage abbrechen, veranlaßt wohl durch Winddruck oder sonstige Erschütterungen der Futterpflanzen oder infolge Störung durch zufliegende Artgenossen. Diese Störungen sind aber in Zuchten so gut wie ausgeschlossen. In meinen Zuchten war die Verteilung der abgelegten Eier des gleichen Weibchens auf Zeit und Zahl verschieden und es lassen sich keinerlei Regelmäßigkeiten erkennen. Zur gleichen Zeit finden wir Weibchen, die ihre Eier in größeren Gelegen im Laufe eines oder weniger Tage ablegen, während andere sie größtenteils vereinzelt oder in ganz kleinen Gruppen an das Blatt heften. Einige Beispiele aus dem gleichen Monat (März 1929) seien hier angeführt.

♀ 97 legte seine Eier in folgenden Gelegen ab:

110, 2,
nach 2 Tagen 5, 66,
nach 1 weiteren Tag 44. Zusammen 227.
5 Gelege im Laufe von 4 Tagen.
♀ 87: 3, 1,
am 5. Tage 2,
„ 10. „ 3,
„ 11. „ 3, 1,
„ 12. „ 10,
„ 15. „ 1, 6, 1,
„ 16. „ 1, 1. Zusammen 33 in 16 Tagen.
♀ 83 legte alle seine Eier am gleichen Tage in 3 Gelegen: 53, 18, 17, zusammen 88 ab.

4. Zusammenfassung.

Pieris brassicae weist eine rein postmetabole Eientwicklung auf.

Der Einfluß der Temperatur auf die Eizahl zeigt sich darin, daß die größte Eiproduktion zwischen 14 und 22° C erfolgt, die bei zunehmender Temperatur stark fällt. Über 25° C findet oft keine Eiproduktion mehr statt. Die meisten Eier pro Weibchen werden zwischen 15—18° C abgelegt, doch ist die Zahl der abgelegten Eier auch zwischen 14—22° C ziemlich hoch, hingegen nimmt sie bei noch niedrigeren oder höheren Temperaturen stark ab.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit allein sehen wir, daß die größte Eiproduktion von 78% Luftfeuchtigkeit an aufwärts vor sich geht und diese mit sinkender Luftfeuchtigkeit abnimmt. Die größte Zahl von Eiern pro Weibchen wird bei einer Luftfeuchtigkeit von 75% an aufwärts abgelegt, bei niedrigerer Luftfeuchtigkeit nimmt sie stark ab und nahe 60% Luftfeuchtigkeit hört die Eiablage meist ganz auf.

Bei einer Kombination dieser beiden Klimafaktoren finden wir, daß die größte Eiproduktion bei 13—17° C verbunden mit einer Luftfeuchtigkeit von 78% an aufwärts stattfindet. Hohe Temperaturen und niedrige Luftfeuchtigkeit verursachen geringe Eiproduktion. Die zahlenmäßig größte Eiablage pro Weibchen erfolgt bei einer Kombination der Temperatur von 15—17° C und der Luftfeuchtigkeit von 78% an aufwärts. Bei 13° C und über 28° C findet ohne Unterschied der Luftfeuchtigkeit keine Eiablage mehr statt, über 26° C ist sie ganz gering. Nahe 60% Luftfeuchtigkeit hört die Eiablage ohne Unterschied der Temperatur auf. Die 4 Stufen bezüglich der Zahl der abgelegten Eier sind:

1. Größte Eizahl: bei 15—17° C und Luftfeuchtigkeit über 78%.
2. Geringere Eizahl: wird begrenzt von 14 und 22° C und zieht sich bis zu 69% Luftfeuchtigkeit abwärts.
3. Ganz wenige Eier: bis zu 26° C und 67% Luftfeuchtigkeit.
4. Höhere Temperaturen und niedrigere Luftfeuchtigkeit verhindern die Eiablage.

C. Die Mortalität.

1. Das Eistadium.

In den folgenden Kapiteln soll der Einfluß der Klimafaktoren auf die Mortalität der einzelnen Entwicklungsstadien untersucht werden. Zunächst sei die Eisterblichkeit in ihrer Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit betrachtet. Bei dieser Untersuchung sind alle die vereinzelten Eier oder kleinen Gelege (bis zu 5 Eiern) unberücksichtigt geblieben, da diese vereinzelten Eier oder kleinen Gelege, die stets zuerst abgelegt werden und wohl als „Erstlingseier" unbefruchtet sind, nie schlüpften. Zunächst sei der Einfluß der Entwicklungstemperatur allein festgestellt. Bei den meisten Temperaturen gab es Eigelege, die eine 100 prozent. Sterblichkeit aufwiesen. Daher haben wir in der nächsten Tabelle (Tab. 19), in der die Daten auf je 1° C zusammengezogen wurden, zwei Rubriken angeordnet: aller Eigelege zusammen und nur der Eigelege, aus denen überhaupt Raupen schlüpften.

Tabelle 19.

Die Eisterblichkeit bei verschiedener Temperatur.

Temperatur in ° C	Absolute Zahlen			Mortalität in %		Monate
	alle Eigelege zusammen	nur Eigelege, aus denen Raupen schlüpften	geschlüpfte Raupen	aller Eigelege zusammen	nur der Eigelege, aus denen Raupen schlüpften	
13,8—14,8 .	624	565	530	15,1	6,2	III.
15,0—15,7 .	334	273	231	30,8	15,4	II., III., XI., XII.
16,1—16,8 .	436	232	218	50,0	6,0	III., XI., XII.
17,0—17,8 .	229	229	205	10,6	10,6	XI.
19,9—21,0 .	511	285	214	58,1	24,9	IV., V., X.
22,3 . . .	170	170	148	12,9	12,9	V.
25,4—25,8 .	204	55	26	87,3	52,7	VI.
26,2 . . .	285	—	—	100,0	—	V.
27,3 . . .	11	—	—	100,0	—	VII.

Dieser Überblick zeigt, daß bei höheren Temperaturen die Mortalität sehr hoch ist und von 26° C an 100% der Eier sterben. In Thermostatversuchen (s. S. 400) sind bei allen Temperaturen entweder sämtliche oder gar keine Eier geschlüpft, so daß stets 0 oder 100% Sterblichkeit war.

Ein Einfluß der Luftfeuchtigkeit allein auf die Eisterblichkeit ist nur soweit zu erkennen, als unter 71% Luftfeuchtigkeit nie Eier schlüpften.

Wir betrachten nun den Einfluß dieser beiden Klimafaktoren kombiniert auf die Eimortalität (Abb. 8). Auch hier wurden vereinzelt abgelegte Eier sowie kleine Eigelege (bis zu 5 Eiern) aus dem schon oben erwähnten Grunde nicht berücksichtigt. Auch die Resultate der Thermostatversuche wurden eingetragen und ebenfalls mehrere Punkte, bei denen, wie schon

früher gezeigt, keine Eiablage mehr stattfand. Wir sehen nun, daß ein Schlüpfen der Eier überhaupt nur bei Kombinationen stattfindet, die innerhalb einer Linie liegen, die von kurz unterhalb 10° C bei 100% Luftfeuchtigkeit aufsteigend zu 22° C resp. fallend bis auf ca. 70% Luftfeuchtigkeit und von hier aus aufsteigend zu über 30° C resp. 100% Luftfeuchtigkeit verläuft. Wenn wir von den Ergebnissen der Thermostatversuche, die alle nur entweder 0 oder 100% Mortalität zeigten, absehen und nur die Resultate der Zuchten betrachten, so liegen die günstigsten

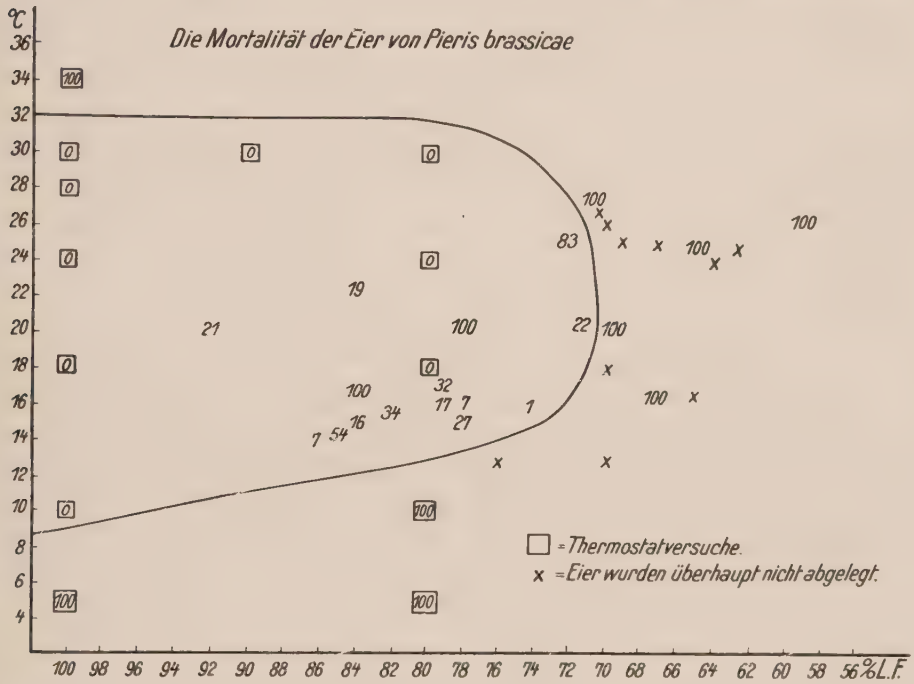


Abb. 8.

Bedingungen für die Eientwicklung (d. h. geringste Mortalität) bei den kälteren Temperaturen (14,5—18° C) und einer Luftfeuchtigkeit von über 78%. Diese Zahlen entsprechen dem Winterklima in der palästinensischen Küstenzone. Interessant ist zu sehen, wie nahe beieinander doch einigermaßen günstige Entwicklungsbedingungen und Aufhören der Eiablage liegen. Fest steht ferner, daß unter 10° C und über 30° C eine 100prozent. Eimortalität eintritt, das gleiche auch bei Luftfeuchtigkeit unter 70% der Fall ist, hier also die fatalen Zonen liegen. Die niedrige Luftfeuchtigkeit von 67,63 und sogar 59% wurde stets durch plötzlich einsetzende Wüstenwinde (sogenannte Chamzine) verursacht, die in Palästina die Entwicklung eines großen Teils der Insektenfauna stark beeinträchtigen und vielfach ihre Zahl dezimieren. Daß der Einfluß solcher heißen und trockenen

Winde gerade bei dem empfindlichen Eistadium eine große Rolle spielt, braucht nicht besonders betont zu werden. Gleiches sahen wir auch schon betreffs der Eiablage.

2. Das Raupenstadium.

Zunächst sei der Einfluß der Temperatur auf die Raupensterblichkeit betrachtet (Tab. 20).

Tabelle 20.

Die Raupensterblichkeit bei verschiedener Temperatur.

Temperatur in °C	Zahl der geschlüpften Raupen	Zahl der verpuppten Raupen	Mortalität in %	Monate
13—14 (13,4—13,8). . . .	140	5	96,4	III., XII./I.
14—15 (14,6—14,7). . . .	174	54	69,0	XI./I.
15—17 (15,0—17,3). . . .	246	118	52,1	III./IV., XII./I.
20—22 (20,1—21,9). . . .	204	76	62,7	V., X.
22—23 (22,3—23,3). . . .	179	73	59,2	V./VI.
24—25 (24,8—25,3). . . .	157	102	35,0	VI.
27 (27,0—27,3). . . .	26	22	15,4	VII.

Man sieht, daß die größte Mortalität der Raupen bei den niedrigsten Temperaturen vorhanden ist. Die Sterblichkeit nimmt dann mit steigender Temperatur ab und ist bei größter Wärme am geringsten. Wir finden also hier genau das Gegenteil der Raupenmortalität von der der Eier (s. Tab. 19).

Die entsprechenden Mortalitätsdaten in Verbindung mit der Luftfeuchtigkeit allein seien in Tabelle 21 gegeben.

Tabelle 21.

Die Raupensterblichkeit bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Zahl der geschlüpften Raupen	Zahl der verpuppten Raupen	Mortalität in %
68—70 (68,0—70,4) . . .	316	155	51,0
75—76 (75,4—76,0) . . .	26	22	15,4
78—80 (78,5—80,1) . . .	255	121	52,5
81—83 (81,0—83,7) . . .	233	97	58,4
84—86 (84,0—86,0) . . .	276	38	86,1

Die größte Raupensterblichkeit findet sich also bei der höchsten Luftfeuchtigkeit; sie nimmt mit sinkender Luftfeuchtigkeit ab. Während unter 71% Luftfeuchtigkeit Eier überhaupt nicht mehr schlüpfen, verpuppt sich bei niedriger Luftfeuchtigkeit gerade die relativ größte Zahl der Raupen. Die Mortalität der Raupen ist demnach den gleichen Bedingungen wie deren Entwicklungsdauer unterworfen: je höher die Temperatur und je

niedriger die Luftfeuchtigkeit (natürlich im Rahmen der genannten Zahlen, d. h. des üblichen Klimas ohne plötzlichen Einfluß von Chamzinen), desto kürzer die Entwicklungsdauer und desto geringer die Sterblichkeit.

Die Mortalitätszahlen in Prozenten in bezug auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit kombiniert, zeigen den gleichen Verlauf, den wir schon in bezug auf die Einwirkung jedes einzelnen dieser beiden Klimafaktoren sahen.

Kurz sei noch die Mortalität der einzelnen Raupenstadien betrachtet. In der folgenden Tabelle 22 sind die Prozentzahlen der Sterblichkeit in den einzelnen Stadien in Beziehung zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit gesetzt. Aus Raumersparnis wurde für die Luftfeuchtigkeit keine besondere Tabelle hergestellt.

Tabelle 22.

Die Mortalität der einzelnen Raupenstadien bei verschiedener Temperatur resp. Luftfeuchtigkeit.

Temperatur in ° C.	Mortalität der Raupenstadien in %						Luftfeuchtigkeit in %
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
14,6	90,9	—	—	—	9,1	—	84,1
14,7	28,6	—	42,9	14,3	7,1	7,1	83,8
15,0	41,7	41,7	—	—	—	16,6	83,7
15,3	27,4	3,0	3,0	33,3	33,3		80,0
16,3	82,6	—	—	4,4	13,0		81,6
20,1	12,2	39,0	—	9,8	39,0		80,1
22,3	43,4	26,4	28,3	1,9			70,4
23,3	66,7	15,1	9,1	9,1			69,6
24,8	55,6	11,1	22,2	11,1			68,4
25,0	30,0	40,0	10,0	20,0			68,2
25,0	61,5	38,5	—	—			68,2
25,3	5,9	70,6	18,6	5,9			68,0
25,3	100,0	—	—	—			68,0
25,3	100,0	—	—	—			68,0
27,0	100,0	—	—	—			75,4
27,3	50,0	50,0	—	—			76,0

Hier sehen wir, daß in den meisten Fällen und dies besonders bei den extremen Wärmegraden resp. Feuchtigkeitsprozenten die größte Sterblichkeit in den beiden ersten Stadien (und vor allem im ersten) auftritt. Bei mittleren klimatischen Bedingungen ist die Mortalität mehr auf fast alle Stadien verteilt. Wir erkennen, daß die ersten beiden Raupenstadien (und besonders das erste) in bezug auf die Mortalität den Eiern sehr ähnlich sind; z. B. ist ihre größte Sterblichkeit wie bei den Eiern bei hohen Temperaturen resp. niedriger Luftfeuchtigkeit. Dagegen weisen im allgemeinen die späteren Raupenstadien ganz anderes Verhalten auf. Im ganzen kann man also sagen, daß der Teil der Raupen, der bei hoher

Temperatur resp. niedriger Luftfeuchtigkeit die ersten zwei Stadien übersteht, zum größten Teil zur Verpuppung gelangt, und mit anderen Worten: die ersten beiden Stadien (und vor allem das erste) sind die empfindlichsten in bezug auf Einwirkung der beiden Klimafaktoren.

3. Das Puppenstadium.

Wir betrachten zunächst die Abhängigkeit der Puppensterblichkeit von der Temperatur (Tab. 23).

Tabelle 23.

Die Puppensterblichkeit bei verschiedener Temperatur.

Temperatur in °C	Zahl der verpuppten Raupen	Zahl der geschlüpften Falter	Mortalität	Monate
12,5—13,2	508	288	43,3	XII.—III.
13,6—14,0	135	76	43,7	XII.—III.
15,4	132	69	47,7	III.—V.
17.4—17,8	104	60	42,3	III./IV., IV./V., XI./XII.
18,3	18	11	38,9	X./XI.
20,0	40	32	20,0	X./XI.
22,3—23,1	78	74	5,1	VI.
25,3	175	169	3,4	VI.
27,3	22	22	0,0	VII.

Deutlich zeigt sich der Einfluß der Temperatur, mit deren Steigen die Mortalität derart abnimmt, daß bei der höchsten beobachteten Temperatur sogar alle Falter aus den Puppen schlüpfen. Auffallend ist, daß bei keiner Temperatur eine Sterblichkeit von 50% oder mehr eintritt.

Ein kurzer Blick auf die Anordnung der Mortalitätszahlen in bezug auf die Luftfeuchtigkeit (Tab. 24) zeigt, daß diese allein anscheinend keinen wesentlichen Einfluß auf die Puppensterblichkeit hat, außer daß sie vielleicht bei niedriger Luftfeuchtigkeit gering ist.

Tabelle 24.

Die Puppensterblichkeit bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Zahl der verpuppten Raupen	Zahl der geschlüpften Falter	Mortalität in %
68,0	175	169	3,4
73,0—76,0	182	105	42,3
77,4—79,5	115	78	27,0
80,0—82,0	215	166	22,8
84,4—85,8	525	287	45,3

Die Betrachtung des Einflusses der kombinierten Temperatur und Luftfeuchtigkeit läßt erkennen, daß der Hauptfaktor für die Puppenmortalität die Temperatur ist (wie wir es auch bei der Entwicklungs-

dauer des Puppenstadiums sahen), während wohl der Luftfeuchtigkeit keine große Bedeutung zukommt. Daß die Mortalität 50% nie übersteigt, daraus ist zu erkennen, daß von allen Entwicklungsstadien unseres Tieres das Puppenstadium das am wenigsten empfindlichste ist.

4. Die Gesamtentwicklung.

Den Einfluß der Temperatur auf die Mortalität der Gesamtentwicklung, d. h. der vom Ei bis zur Imago durchgeführten Zuchten, zeigt Tab. 25.

Tabelle 25.
Gesamtmortalität bei verschiedener Temperatur.

Eiablage		Gesamtentwicklung		Zahl der abgelegten Eier	Zahl der geschlüpften Falter	Mortalität in %
Monat	Temperatur in °C	Monate	Temperatur in °C			
XI.	15,7—17,8	XI.—III.	13,1—13,9	743	81	89,1
I.—III.	13,8—16,1	II.—IV.	15,0—16,3	370	90	75,7
V.	20,8—21,0	V.—VI.	22,8—23,4	205	67	67,3
V.	22.3	V.—VI.	24,5—24,7	99	56	43,3
VI.	25,8	VI.—VII.	26,9—27,0	55	22	60,0

Die Sterblichkeit ist bei der niedrigsten Temperatur am höchsten und nimmt mit steigender Temperatur ab; bei sehr großer Wärme steigt wiederum die Mortalitätsziffer (bei 27° C). Wir sahen vorher (Tab. 19), daß bei diesen hohen Temperaturen die Eisterblichkeit 100% beträgt. Die Entwicklungstemperatur der Eier, die zu der Generation mit einer Gesamtentwicklungstemperatur von 26,9—27,0° C gehören, beträgt aber nur 25,4—25,8° C. Infolge der Zusammenziehung aller Jugendstadien zur Berechnung der Mortalität der Gesamtentwicklung steigt die Durchschnittstemperatur natürlich gewaltig, da ja die Raupen- und Puppenstadien die längsten sind, und daher erscheint die Gesamtmortalität bei dieser extremen Wärme nur mit 60% statt mit 100%, denn die Mortalität von Raupe und Puppe ist gerade im Gegensatz zum Ei bei den höchsten Temperaturen am niedrigsten.

Tabelle 26 zeigt uns die Zahlen der Mortalität in ihrer Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit allein. Hiernach tritt eine Zunahme der Sterblichkeit bei steigender Luftfeuchtigkeit auf.

Tabelle 26.
Gesamtmortalität bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in %	Zahl der abgelegten Eier	Zahl der geschlüpften Falter	Mortalität in %
68,5—70,0	304	123	59,5
74,4—74,9	55	22	60,0
81,6—83,8	495	96	80,6
84,0—84,5	618	75	87,9

Die Mortalität der Gesamtentwicklung unseres Insekts ist deutlich niedriger bei hoher Temperatur resp. niedriger Luftfeuchtigkeit in Kombination als bei umgekehrten Verhältnissen. Auffallend ist noch, daß die Sterblichkeit selbst im günstigsten Falle (bei der Kombination von 24 bis 25° C und 68% Luftfeuchtigkeit) nicht unter 40% herabsteigt. Bei den diesem Punkt am entferntesten liegenden Kombinationen (unter 16° C und über 82% Luftfeuchtigkeit) ist die Sterblichkeit der Gesamtentwicklung sehr groß (90—95%).

5. Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der Mortalitätsuntersuchungen seien kurz zusammengefaßt. Der Einfluß der Temperatur allein verursacht, daß bei größerer Wärme die Eisterblichkeit sehr hoch ist, von 26° C an 100% beträgt. Die größte Raupenmortalität erfolgt bei niedrigsten Temperaturen und nimmt mit steigender Temperatur ab, bei den höchsten Temperaturen ist sie am niedrigsten. Die Sterblichkeit des Puppenstadiums, die nie über 50% steigt, sowie die der Gesamtentwicklung verhält sich genau wie die des Raupenstadiums. Nur bei sehr hoher Temperatur (27° C) steigt bei der Gesamtentwicklung die Mortalitätsziffer wieder.

Für den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Eimortalität ist nur eine Tatsache von Bedeutung, daß nämlich unter 71% Luftfeuchtigkeit keine Raupen schlüpfen. Im Raupenstadium sehen wir, daß bei größter Luftfeuchtigkeit die Mortalität am höchsten ist, diese mit sinkender Luftfeuchtigkeit abnimmt und bei niedrigster Luftfeuchtigkeit ihren geringsten Stand erreicht. Für die Puppensterblichkeit ist keine Einwirkung der Luftfeuchtigkeit nachweisbar, eventuell nur, daß diese bei niedriger Luftfeuchtigkeit gering ist. Bei der Gesamtentwicklung nimmt die Mortalität mit steigender Luftfeuchtigkeit zu.

Die Wirkung der beiden Klimafaktoren kombiniert ergibt: Die geringste Eimortalität findet bei 14,5—18° C verbunden mit über 78% Luftfeuchtigkeit statt. Unter 10° C und über 30° C wie auch unter 70% Luftfeuchtigkeit unabhängig von dem anderen Klimafaktor tritt 100prozent. Mortalität ein. Die größte Raupensterblichkeit findet bei Kombination niedriger Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit statt, die geringste bei umgekehrter. Die ersten beiden Raupenstadien (und vor allem das erste) verhalten sich ähnlich den Eiern, denn ihre größte Sterblichkeit tritt bei hoher Temperatur resp. niedriger Luftfeuchtigkeit ein. Die späteren Raupenstadien weisen dagegen ein anderes Verhalten auf. Für die Puppenmortalität ist nur die Temperatur von Bedeutung. Bei der Gesamtentwicklung ist die Mortalität bei Kombination von hoher Temperatur und geringer Luftfeuchtigkeit niedriger als bei umgekehrter Kombination. Die günstigste Kombination finden wir hier bei 24—25° C und 68% Luftfeuchtigkeit und auch hier sinkt die Mortalitätsziffer nicht unter 40%.

Da dem Aufhören der Eiablage als pränetaler Mortalität in diesem Zusammenhang große Bedeutung zukommt, so sei ihrer Abhängigkeit von den beiden Klimafaktoren hier kurz Erwähnung getan. Bei Temperaturen unter 13° C und über 28° C findet keine Eiablage mehr statt, ebenso hört sie nahe 60% Luftfeuchtigkeit meist ganz auf, in allen diesen Fällen unabhängig von dem anderen Klimafaktor.

D. Analyse der Entwicklung von Pieris brassicae.

1. In Palästina.

Auf Grund der durch Zuchten ermittelten Daten ist es nun möglich, die Entwicklung unseres Insekts in Palästina festzustellen. Die für die Analyse wesentlichen Unterlagen finden sich in den Zusammenfassungen der drei ersten Hauptkapitel (S. 417, 427, 434). Fatale Zonen sind demnach unterhalb 13° C und über 28° C, ferner bei 60% und geringerer Luftfeuchtigkeit, da bei diesen Klimabedingungen keine Eiablage erfolgt. Daß bei 13° C und niedriger diese nicht von statten geht, finden wir auch berechnungsmäßig, da bei dieser Temperatur die Lebensdauer der Weibchen kürzer als die Präovipositionsperiode ist. Laut den Zuchtergebnissen beträgt die Eimortalität über 26° C und unter 70% Luftfeuchtigkeit 100%, so daß die fatale Zone schon bei diesen Punkten anzusetzen ist.

Wir schreiten nun zur Berechnung der Entwicklung unseres Tieres im Jaffa-Tel Aviv-Bezirk. Die erforderlichen Klimazahlen folgen nachstehend:

Die durchschnittlichen Klimadaten von Jaffa-Tel Aviv.

Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Temperatur in °C . .	12,4	12,9	15,1	17,6	20,8	23,0
Luftfeuchtigkeit in %	80,6	81,6	78,6	74,8	79,8	79,0

Monat	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Temperatur in °C . .	24,3	25,6	25,0	23,6	18,3	14,8
Luftfeuchtigkeit in %	80,8	82,0	80,6	80,2	78,0	80,7

Zu betonen ist, daß die Temperaturzahlen Durchschnitte einer langen Reihe von Jahren sind, während die Luftfeuchtigkeitszahlen Durchschnitte der Jahre 1926—30 der Tel Aviver meteorologischen Station darstellen.

Die fatale Zone von 26° C oder von 60% Luftfeuchtigkeit wird laut diesen Durchschnittszahlen nicht erreicht. Nur in zwei Monaten finden sich Temperaturen unter 13° C. Die Überwinterung erfolgt, wie unsere Zuchten in Übereinstimmung mit unseren Berechnungen zeigten, im Puppenstadium und dauert bis über 2 Monate. Da eine Eiablage erst über 13° C stattfinden kann, so erfolgt diese frühestens gegen Mitte März, d. h. das Schlüpfen der Elterntiere ca. 10 Tage früher. Entsprechend den genannten Daten tragen wir die einzelnen Stadien ein und erhalten so folgende Liste:

	von Eiablage zu Eiablage	in Tagen
1. Generation:	12. März bis 12. Mai	61
2. Generation:	12. Mai bis 18. Juni	37
3. Generation:	18. Juni bis 23. Juli	35
4. Generation:	23. Juli bis 21. August	29
5. Generation:	21. August bis 20. September . .	30
6. Generation:	20. September bis 29. Oktober . .	39
7. Generation:	29. Oktober bis 12. März	134
		365 Tage

Unsere Zuchten in den verschiedenen Jahren ermöglichten während der Zeit vom 10. Oktober bis 25. Juli die Entwicklung von 5 Generationen. Der Entwicklungsverlauf im Bild (Abb. 9) zeigt uns, daß von Ende Juli

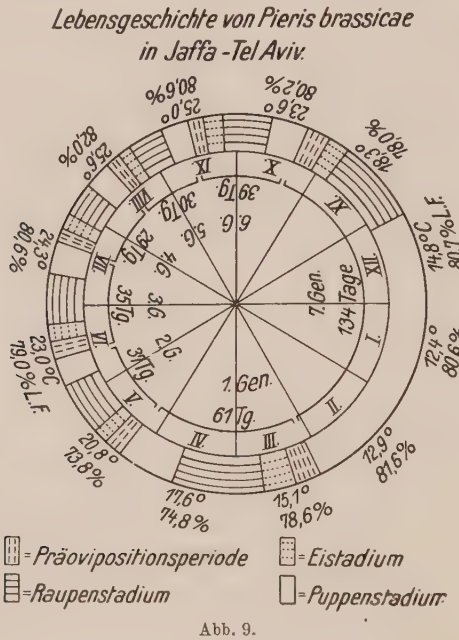


Abb. 9.

bis Anfang Oktober zwei Generationen theoretisch möglich sind, so daß die Rechnung von 7 jährlichen Generationen stimmt. Die erwähnten 5 Zuchtgenerationen liefen in runden Zahlen:

	von Eiablage bis Eiablage	in Tagen
1. Generation:	10. Oktober bis 20. November . .	41
2. Generation:	20. November bis 10. März . . .	110
3. Generation:	10. März bis 10. Mai	61
4. Generation:	10. Mai bis 20. Juni	41
5. Generation:	20. Juni bis 25. Juli	34

Diese Generationen entsprechen also den errechneten Nr. 6 bis 3. Es bleibt nur übrig festzustellen, warum sich die Generationen 4 und 5

in den Zuchten nicht entwickelten. Als Beispiel sei hier der Sommer 1930 angegeben. Die Monatsdurchschnitte der Klimazahlen betrugen:

Tel Aviv	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %
Juli 1930	27,3	76
August	27,8	81
September	26,1	80

Wir sehen, daß laut den vorher genannten Daten bei derart hohen Temperaturen sämtliche Eier absterben müssen. Da aber bei hohen Temperaturen die Entwicklungsdauer sämtlicher Stadien sehr kurz ist, so sind für ihre Entwicklungsmöglichkeiten die Wochendurchschnitte der Klimadaten weitaus wesentlicher. Diese waren:

Tel Aviv 1930	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %
1.—7. VII.	26,3	70
8.—15.	27,6	81
16.—23.	27,3	71
24.—31.	28,1	81
1.–7. VIII.	28,2	84
8.—15.	28,4	80
16.—23.	27,5	82
24.—31.	27,3	78
1.—7. IX.	26,7	83
8.—15.	26,4	82
16.—23.	25,7	84
24.—30.	25,8	70

Zur Zeit der Eiablage (20.—25. Juli) betrug also die Temperatur beinahe 28° C und größtenteils die Luftfeuchtigkeit 71%. Laut Abb. 7 liegt dieser Punkt direkt an der Grenze der fatalen Zone. Die Zahl der abgelegten Eier war verschwindend gering und die wenigen abgelegten Eier hatten eine 100prozent. Mortalität (vgl. Abb. 8). Auch bei der nächsten möglichen Generation (20.—25. August) wäre den Tieren ungefähr das gleiche Verhängnis passiert, wenn auch zu dieser Zeit die klimatischen Bedingungen schon besser waren. Wenn also *Pieris brassicae* in der angegebenen Zeit bei den stattgefundenen Bedingungen am genannten Orte gewissermaßen aussterben mußte, wo entwickelte sich die Art indessen und woher konnte sie im Herbst des gleichen Jahres wieder hier erscheinen? Einige Naturbeobachtungen mögen den Versuch der Erläuterung bilden. Im Herbst 1930 erschienen die ersten Raupen und zwar nur in sehr geringer Zahl im Oktober in Ben Schemen, das nordöstlich von Jaffa-Tel Aviv liegt. Zu dieser Zeit wurde im Jaffa-Tel Aviver Bezirk kein Befall von *Pieris brassicae* beobachtet. Hier in dieser Gegend erschienen die ersten Raupen erst im Dezember. Ich glaube, zu der An-

nahme berechtigt zu sein, daß die Raupen vom Oktober in Ben Schemen zu der ersten Nachsommergeneration (der 6. theoretischen Jahresgeneration) gehörten und zwar von Faltern herrührten, die von anderswo aus Gebieten mit klimatisch günstigeren Entwicklungsbedingungen während der Sommermonate (vielleicht vom Norden) dorthin eingeflogen waren. Die Falter dieser (6.) Generation wären dann weiter süd- und südwestwärts geflogen und hätten die Elterntiere der im Jaffa-Tel Aviver Bezirk im Dezember beobachteten Raupen der 7. Generation gebildet. Derartige Erscheinungen wie jährliches Aussterben und stets neues Einfliegen von Faltern sind aus Palästina zur Genüge bekannt. Erinnert sei hier, wie schon Bodenheimer (1930) berichtet, an das in jedem Winter erfolgende Aussterben der Pieride *Teracolus fausta* Oliv. und der Nymphalide *Danais chrysippus* L. im palästinensischen Bergland und in der Küstenebene, die sich in jedem Frühjahr und Sommer vom Jordantal und Südpalästina neu bevölkern. Bei *Pieris brassicae* handelt es sich zeitlich um die umgekehrte Erscheinung.

Wir wollen noch kurz ermitteln, welche Entwicklungsmöglichkeiten der große Kohlweißling in anderen Gegenden Palästinas hat, die ja untereinander klimatisch so völlig verschieden sind. Als Beispiel wählen wir Jerusalem für das judäische Bergland und Tiberias für die Jordanebene. Die Klimadaten für diese Orte sind:

	Jerusalem		Tiberias	
	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %
Januar	6,9	76	12,7	69,5
Februar	8,5	71	14,5	66,5
März	11,3	68	16,6	63,5
April	15,4	56	20,6	58,5
Mai	19,3	48	25,1	55,5
Juni	21,7	51	28,4	46,5
Juli	23,0	55	30,5	49,5
August	23,3	60	30,9	51,5
September	22,1	61	28,7	55,0
Oktober	20,2	56	26,9	49,0
November	14,0	65	20,5	60,0
Dezember	9,5	71	15,6	68,0

(Daten nach Pinner, zitiert bei Bodenheimer 1930.)

Zunächst wollen wir nur die Temperaturzahlen berücksichtigen. Darnach folgen die Generationen an diesen Orten einander wie folgt:

In Jerusalem von Eiablage zu Eiablage	in Tagen
1. Generation: 25. April bis 12. Juni	48
2. Generation: 12. Juni bis 22. Juli	40
3. Generation: 22. Juli bis 25. August	34
4 Generation: 25. August bis 2. Oktober	38
5. Generation: 2. Oktober bis 25. April	205
	365 Tage

In Tiberias von Eiablage zu Eiablage	in Tagen
1. Generation: 10. Februar bis 10. April	59
2. Generation: 10. April bis 17. Mai	37
infolge Temperatur über 28° C keine Entwicklungsmöglichkeit während	174
3. Generation: 7. November bis 10. Februar . . .	95
	365

Während rein theoretisch berechnet in Tiberias sich 10 Generationen entwickeln könnten, besteht infolge der hohen Temperatur (während fast eines halben Jahres über 28° C) nur die Möglichkeit einer Entwicklung von drei Generationen im Jahr, wobei noch vorausgesetzt ist, daß die Falter alljährlich neu aus dem ganz nahen galiläischen Bergland einfliegen. Ziehen wir nun noch die Messungen der Luftfeuchtigkeit hinzu, so ergeben sich für die Entwicklung des großen Kohlweißlings an diesen Orten noch schwierigere Bedingungen. Infolge der niedrigen Luftfeuchtigkeit (60% und darunter) können die Falter in Jerusalem während mehr als eines halben Jahres keine Eier ablegen (April bis Oktober), in Tiberias sogar während 8 Monaten nicht (April bis November). Ferner würde die Eimortalität in Jerusalem von März bis November und in Tiberias während des ganzen Jahres 100% betragen, da die Luftfeuchtigkeit unter 70% liegt. Diesen Daten entsprechend kann sich also *Pieris brassicae* in Jerusalem wie auch in Tiberias im allgemeinen überhaupt nicht entwickeln. In Wirklichkeit finden sich in der Gegend von Tiberias die großen Kohlweißlinge nur im Winter (Dezember) und auch dann nur in geringer Zahl. Von Jerusalem liegen Beobachtungen über zahlreiches Auftreten der Raupen an Kohlgewächsen oder *Tropaeus majolus* nur vom Oktober/Dezember und über stärkeren Falterflug nur vom Frühwinter und März/April vor (Bodenheimer). An beiden Orten findet demnach alljährlich ein Einflug und bei günstigen Bedingungen eine Eiablage und Entwicklung meist nur einer Generation statt. Die notwendigen günstigen Bedingungen sind für Jerusalem eine Luftfeuchtigkeit von mehr als 70% im Oktober, für Tiberias eine ähnliche Luftfeuchtigkeit im November und Dezember zur Entwicklung der Wintergeneration und im Februar und März zur eventuellen Bildung einer zweiten Generation.

2. Im Verbreitungsgebiet der Art.

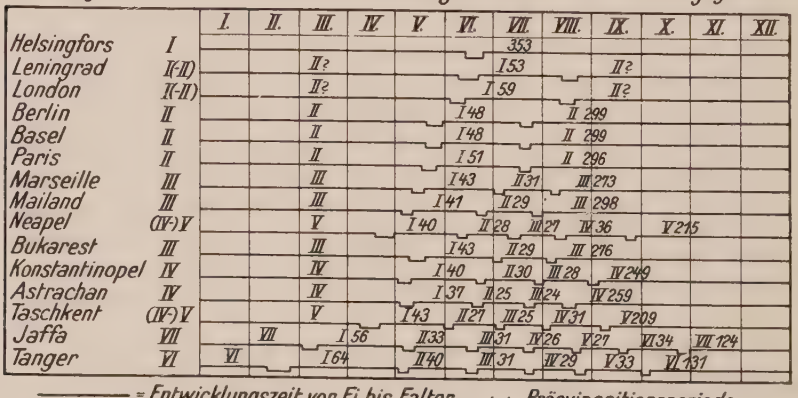
Nach dem Staudinger-Rebelschen Katalog ist *Pieris brassicae* in der ganzen paläarktischen Region mit Ausnahme des Polarkreises und Ostasien verbreitet. Bell (1913) gibt an: Europe, Northern and Central Asia, the Himalayas from Chitral to Bhutan, up to 10 000 feet, descending in North-West India, und Ghosh (1914) fügt noch Ost- und Nordbengalen hinzu. Wenn wir Grenzen ziehen, so können wir ungefähr festsetzen: im Norden eine Linie: Norwegen, Schweden, Finnland, Nordrußland bis

südlich Omsk in Sibirien; in Süden: Nordafrika (mit Ausnahme von Ägypten), Palästina über Nordpersien bis Nordindien. Welche Entwicklungsmöglichkeiten bestehen nun für den großen Kohlweißling in diesem Verbreitungsgebiet? Wir sahen im vorigen Kapitel bei der Analysierung der Entwicklung in Palästina, daß der Luftfeuchtigkeit gerade in bezug auf Eiablage und Eientwicklung eine große Bedeutung zukommt. Leider stehen Verfasser aus den Ländern dieses Verbreitungsgebiets keine genauen Angaben über Luftfeuchtigkeitsmessungen zur Verfügung. Im allgemeinen legte man bisher den größten Wert nur auf die Temperatur. Bedeutende Handbücher wie das von Hann geben meist nur Jahresdurchschnitte der Luftfeuchtigkeit oder deren jährliches Maximum und Minimum an. So können wir den folgenden Berechnungen nur die Temperaturangaben zugrunde legen. Daher machen diese Zahlen auch nicht den Anspruch einer möglichen Genauigkeit, sondern wollen nur zeigen, welche Unterschiede durch klimatische Faktoren in den einzelnen Ländern bei den Entwicklung von *Pieris brassicae* erreicht werden. Den folgenden Angaben wurden die monatlichen Temperaturdurchschnittszahlen (nach Hann) aus dem Verbreitungsgebiet unseres Insektes zugrundegelegt. Die Berechnung erfolgt, wie schon beim Beispiel Jaffa-Tel Aviv gezeigt, und ergibt dann als Resultat die Generationenzahl in folgender Liste:

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Den Verlauf der Generationenfolge an einigen Orten des Verbreitungsgebietes von *Pieris brassicae* zeigt Abb. 10.

Lebensgeschichte von Pieris brassicae in einigen Orten ihres Verbreitungsgebietes



——— = Entwicklungszeit von Ei bis Falter ⌴ = Präovipositionsperiode
Die römischen Zahlen innerhalb der Abb. geben die Zahl der Generationen an, die arabischen die Entwicklungsdauer in Tagen.

Abb. 10.

Wenn auch aus fast allen Ländern des Verbreitungsgebietes von *Pieris brassicae* biologische Notizen existieren, so finden sich in diesen Veröffentlichungen meist keine Angaben über Generationenzahl. Soweit

Zahl der Generationen von *Pieris brassicae* an verschiedenen Orten ihres Verbreitungsgebiets errechnet auf Grund der monatlichen Durchschnittstemperaturen.

Land	Ort	Zahl der Generationen pro Jahr [1])	Überwinterung als Puppe von — bis [2])	Unterbrechung der Entwicklung im Sommer von — bis
Rußland	Kasan	1	E VII.—A VI.	
	Leningrad	1 (—2)	M VIII.—A V.	
	Lugansk	3	A IX.—A V.	
	Astrachan	4	M IX.—A V.	
	Taschkent	[4]	A X.—M IV.	E VI.—A VIII.
	Baku	4	E IX.—A V	
Finnland	Helsingfors	1	M VIII.—A VI.	
Norwegen	Oslo	1 (—2)	E VIII.—A VI.	
Schweden	Stockholm	1 (—2)	E VIII.—A VI.	
Dänemark	Kopenhagen	1 (—2)	M VIII.—A VI.	
Irland	Dublin	1 (—2)	M VIII.—A VI.	
Schottland	Edinburg	1	A IX.—E VI	
England	London	1 (—2)	A VIII.—E V.	
Holland	Utrecht	1 (—2)	M VIII.—A VI.	
Belgien	Brüssel	1 (—2)	M VIII.—A VI.	
Lettland	Riga	1 (—2)	M VIII.—A VI.	
Polen	Warschau	2	A IX.—E V.	
Deutschland	Berlin	2	A IX.—A V.	
Tschechoslovakei	Prag	2	A IX.—A V.	
Schweiz	Basel	2	A IX.—A V.	
Österreich	Wien	2	A IX.—A V.	
Ungarn	Budapest	(2—) 3	E IX.—A V.	
Rumänien	Bukarest	3	E IX.—A V.	
Jugoslavien	Belgrad	(2—) 3	E IX.—A V.	
Türkei	Konstantinopel	4	A X.—E IV.	
Frankreich	Paris	2	E VIII.—A V.	
	Marseille	3	M IX.—A V.	
Spanien	Madrid	3	M IX.—A V.	
Italien	Mailand	3	M IX.—A V.	
	Neapel	(4—) 5	A XI—A IV.	
Syrien	Beirut	[5]		A VII.—E IX.
Palästina	Jaffa	7	A XII.—E II.	
Marokko	Tanger	6	M XI.—A II.	
Algerien	Algier	6	A XI.—M II.	
Tunesien	Tunis	[4]		A VII.—E VIII.
Tripolitanien	Tripolis	[6]		M VIII.—M IX.
Cyrenaica	Benghasi	[5]		M VIII.—M IX.
Oberindien	Dhubri	[5]		M V.—A X.

[1]) Zahlen in eckigen [ ] bedeuten, daß infolge Aussterbens durch zu hohe Temperaturen alljährlich Neueinflug der Falter in diese Orte erfolgen muß.

[2]) A = Anfang, E = Ende, M = Mitte, römische Zahlen = Monate.

aber solche vorhanden sind, wollen wir sie in Kürze den errechneten gegenüberstellen.

Land und Ort	Autor	Generationenzahl	
		empirisch	errechnet
Nordrußland: Leningrad	Bryantzew (1925)	2	1 (−2)
Schweden: Stockholm	Tullgren (o. J.)	2 (3 ?)	1 (−2)
Polen: Warschau	Strawinski (1928)	2	2
Deutschland: Berlin	Auel (1902)	2	2
Schweiz: Genf	Jegen (1918)	2	2
	Pictet (1918)	2—3	
Frankreich: Paris	Faure (1926)[1])	2	2
Marseille		3	3
Italien: Mailand (Norditalien)	Ghirlanda (1921)[2])	2	3
Neapel (Süditalien)		4	4 (−5)
Turkestan: Taschkent	Arkhangelski (1925)	4	4
Oberindien: Pusa[3])	Fletcher (1915)	3—4	(5)
	Ghosh (1914)	3—4	(3 - 4 von I—V)

Wir erkennen die gute Übereinstimmung der errechneten und empirischen Zahlen. Nur im nördlichsten Gebiet sind Abweichungen. Diese kommen aber wahrscheinlich daher, daß die betreffenden Beobachtungen in diesen Ländern wohl gerade in der Entwicklung von *Pieris brassicae* günstigen Klimajahren gemacht wurden (denn dadurch wurde auch die Aufmerksamkeit der Beobachter auf die Tiere gezogen),[4]) während die errechneten Zahlen auf Grund von Durchschnitten meist 30- und mehrjähriger Messungen beruhen. Im großen und ganzen können wir als Nordgrenze des Verbreitungsgebiets des großen Kohlweißlings eine Gegend ansehen, in der nicht mindestens während drei Sommermonaten eine Durchschnittstemperatur von über 15—16° C herrscht, während für die Südgrenze erforderlich ist, daß während keines Monats eine Durchschnittstemperatur von 26° C überschritten wird.

Während die Art in Palästina und in ganz Nordafrika heimisch ist, fehlt sie völlig in Ägypten, der Brücke zwischen den beiden genannten Gebieten. Laut den Temperaturzahlen kann sich der große Kohlweißling in Tunis, Cyrenaica (Benghasi) und Beirut nur unter jährlichen großen Opfern halten und wird wahrscheinlich in diesen Gegenden oft im Sommer aussterben. Aber bei allen drei genannten Orten besteht stets die Mög-

[1]) Faure berichtet über Lyon, das zwischen 2 Zonen liegt, in der nördlichen entwickeln sich jährlich 2 und in der südlichen 3 Generationen.

[2]) Ghirlanda gibt für Norditalien 2 und für Süditalien 4 Generationen an.

[3]) Jährlicher Einflug, Entwicklung von 3—4 Generationen von Januar bis Mai.

[4]) Vielleicht war dies eine Art positiver Transgression (vgl. Martini 1931) infolge zeitweiser günstiger Klimabedingungen in diesen Randgebieten.

lichkeit, daß die Falter alljährlich von neuem aus dem höheren und kühleren Hinterlande einfliegen. Die Temperaturdaten im Durchschnitt von Alexandrien würden eventuell noch eine dauernde Entwicklung der Art ermöglichen, doch schon bei geringem Anstieg der Wärme in nur einem Sommermonat muß sie hier aussterben, in Cairo sind ihrer Entwicklung sogar mindestens drei Sommermonate gesperrt. Hier in Ägypten, wo kein Bergland hinter der Küste und somit keine Gegend mit kühlerer Temperatur vorhanden ist, besteht also keinerlei Einflugsmöglichkeit und dies mag wohl auch der Grund für das Nichtvorhandensein von *Pieris brassicae* in Ägypten sein.

E. Das Entwicklungspotential von Pieris brassicae.

Von Bedeutung ist es nun, die Vermehrung unseres Insekts unter den tatsächlichen Verhältnissen festzustellen. An Grunddaten sind hierzu erforderlich: die Zahl der abgelegten Eier, die Mortalität der Eier, Raupen und Puppen unter den jeweiligen klimatischen Bedingungen und das Verhältnis der Geschlechter. Diese Daten sind aus den früheren Kapiteln zu ersehen. Im folgenden sei nun an Hand der schon früher angegebenen Klimadaten für Jaffa-Tel Aviv die Vermehrung an diesem Orte berechnet. Betont sei, daß die hier als Gesamtmortalität gegebene Zahl durch Errechnung aus den Sterblichkeitsdaten der einzelnen Jugendstadien hervorgeht und daher den im Kapitel der Mortalität der Gesamtentwicklung errechneten Zahlen nicht ganz identisch ist. Auf genannte Art sind aber die Daten genauer berechnet, da dadurch jedes einzelne Entwicklungsstadium mit seinen speziellen klimatischen Verhältnissen berücksichtigt wurde. Der Einfachheit halber wurden alle Zahlen abgerundet. Ausgang der Berechnung ist ein Pärchen resp. ein Weibchen.

Die Vermehrung von *Pieris brassicae* in Jaffa-Tel Aviv.

Generation	Entwicklungszeit	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %	Eiablage	Zahl der Eier	Mortalität in %	Zahl der überlebenden		Vermehrungsquotient
							Imagines	♀	
1	12. III.—6. V.	17,3	76,1	50	50	70	15	7	7,0
2	12. V.—13. VI.	21,8	77,0	40	280	65	98	44	6,3
3	18. VI.—19. VII.	23,9	79,9	15	660	55	297	133	3,0
4	23. VII.—17. VIII.	25,3	81,5	10	1 330	55	598	269	2,0
5	21. VIII.—16. IX.	25,1	81,2	6	1 614	70	484	218	0,8
6	20. IX.—22. X.	23,6	80,3	10	2 180	60	872	392	1,8
7	29. X.—3. III.	14,5	80,2	40	15 680	75	3920	1764	4,5
								2827	

Die Vermehrungsquotienten der 7 Generationen sind natürlich verschieden. Die günstigsten Klimabedingungen für die Vermehrung von *Pieris brassicae* in der palästinensischen Küstenebene sind demnach Tempe-

raturen zwischen 17 und 21° C resp. Luftfeuchtigkeit zwischen 76 und 77%. Die geringste Vermehrung findet in den Sommermonaten statt. Von Vermehrung kann man in diesen Monaten eigentlich nicht mehr sprechen, höchstens von einer Fortpflanzung.

Der Vermehrungsfaktor (nach Martini), d. h. die Zahl der Weibchen, die nach Ablauf eines Jahres als Nachkommen eines Ausgangsweibchens unter den klimatischen Verhältnissen entstanden sind (= dem Produkt der Vermehrungsquotienten der Jahresgenerationen) ist 1764. Hervorgehoben sei, daß alle diese Zahlen auf Grund von meteorologischen Durchschnittsdaten einer langen Periode berechnet sind. Einzelne klimatisch extreme Sondererscheinungen wirken auf diese Durchschnittsdaten natürlich nicht ein. Berücksichtigen wir aber solche alljährlich regelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen, so erhalten wir ein ganz anderes Bild. Wir sahen schon vorher, daß es nie gelang, die Sommergenerationen zu ziehen. Die Gründe dafür lagen in der hohen Temperatur resp. der niedrigen Luftfeuchtigkeit. Aber nicht nur im Sommer, sondern schon vorher im Frühling ist die Entwicklung des großen Kohlweißlings hier sehr gefährdet. Denn in den Monaten April und Mai treten mehrmals alljährlich starke Chamzine auf, die oft bis zu 3 Tagen anhalten, die Temperatur steigt enorm (manchmal bis zu 50° C) und die Luftfeuchtigkeit fällt rapide (manchmal bis zu 0%). Treten solche Winde gerade zur Zeit der Eiablage, während des Eistadiums oder der ersten beiden Larvenstadien auf, so ist dann die Sterblichkeit dieser Stadien sehr hoch oder = 100% resp. findet nur ganz geringe oder gar keine Eiablage statt. Damit sinken die Vermehrungsquotienten der 1. und 2. Generation und auch der Vermehrungsfaktor sehr stark. Die oben errechnete Zahl des Vermehrungsfaktors (auf Grund der beiden genannten klimatischen Faktoren) gilt also als die maximale für Jaffa-Tel Aviv und in Wirklichkeit ist sie um ein Vielfaches geringer. Wir sahen auch, daß *Pieris brassicae* in vielen Jahren in dieser Gegend ausstirbt und nach Eintritt günstigerer Klimabedingungen diese von neuem durch Einflug bevölkert.

Zum Beweis, daß die tatsächliche Vermehrungsmöglichkeit um vieles geringer als die theoretisch berechnete ist, seien hier die Erfahrungen der Jahre 1929/30 wiedergegeben. In den ersten Tagen des Mai 1929 starben die Falter bei sehr niedriger Luftfeuchtigkeit infolge Chamzin, ohne Eier abzulegen. Die Sommermonate waren sehr heiß (Temperaturen Juli-September in Tel Aviv zwischen 26—28° C). Im Anfang November 1929 erschienen in unserem Bezirk die ersten Falter, die mit ihren Nachkommen bis Ende Juli 1930 4 Generationen bildeten. Die meisten Falter der letzten Generation starben nun wiederum infolge der hohen Temperatur (ca. 28° C) und niedrigen Luftfeuchtigkeit (ca. 70%), ohne Eier abzulegen; die wenigen abgelegten Eier der 5. beginnenden Generation entwickelten sich aus den gleichen klimatischen Gründen nicht, so daß die Art auch in diesem Jahr in unserer Gegend ausstarb und sie erst im November 1930

durch Einflug neu bevölkerte. Wie war nun die Vermehrung unseres Insekts im Laufe dieses Jahres in den nun 4 stattgefundenen Generationen? Der Ausgang ist wiederum 1 Pärchen resp. 1 Weibchen.

Die Vermehrung von *Pieris brassicae* in Jaffa-Tel Aviv 1929/30.

Generation	Entwicklungszeit	Eiablage	Zahl der Eier	Mortalität in %	Zahl der überlebenden Imagines	Zahl der überlebenden ♀♀	Vermehrungsquotient
1	XI. 29—II. 30	35	35	94	2	1	1
2	II.—IV. 30	33	33	86	4,5	2	2
3	V.—VI. 30	52	104	87	13	6	3
4	VI.—VII. 30	16	96	92	7.5	3	0.5
5	von VII. 30 an	7	21	100	—	—	—

Das tatsächliche Resultat also ist: Im Jaffa-Tel Aviver Bezirk sind im Jahre 1929/30 infolge klimatisch ungünstiger Bedingungen nur 4 statt 7 Generationen zur völligen Entwicklung gelangt, die Vermehrungsquotienten waren gering, der Vermehrungsfaktor = 0 (oder nach Neueinflug = 1) und die Summe der von einem Ausgangsweibchen im Laufe eines Jahres entstandenen Weibchen betrug nur 12.

Um ein Beispiel der Vermehrungsmöglichkeit des großen Kohlweißlings in anderen Gegenden zu geben, seien Orte mit verschiedenen Generationenzahlen gewählt. Für die Berechnung wurde bei allen Orten nur die Temperatur benutzt. Auch hier können wir die Vermehrungsquotienten resp. Faktoren aus schon oben genannten Gründen nur als maximal ansehen.

Die Vermehrung von Pieris brassicae an verschiedenen Orten.

Generation	Eiablage	Zahl der Eier	Mortalität in %	Zahl der überlebenden Imagines	Zahl der überlebenden ♀	Vermehrungsquotient
Helsingfors (1 Generation)						
	40	40	85	6	3	3,0
Paris (2 Generationen)						
1	30	30	75	7	3	3,0
2	40	280	85	38	17	5,7
					20	
Marseille (3 Generationen)						
1	60	60	85	9	4	4,0
2	50	200	90	20	9	2,2
3	50	450	85	67	30	3,3
					43	

Generation	Eiablage	Zahl der Eier	Mortalität in %	Zahl der überlebenden Imagines	Zahl der überlebenden ♀	Vermehrungsquotient
Baku (4 Generationen)						
1	35	35	85	5	2	2,0
2	50	100	80	20	9	4,5
3	25	225	97	7	3	0,3
4	25	75	95	4	2	0,7
					16	
Neapel (5 Generationen)						
1	40	40	75	10	4	4,0
2	50	200	80	40	18	4,5
3	20	360	80	72	32	1,8
4	20	640	90	64	29	0,9
5	30	870	90	87	39	1,3
					122	

Ergebnisse.

Die Berechnung und Darstellungsweise nach der Blunck-Bodenheimerschen Formel ist eine leichte und übersichtliche Methode. Die nach ihr errechneten Zahlen stimmen mit den empirischen Daten der eigenen Zuchten und der Naturbeobachtungen und Zuchten aus anderen Ländern gut überein.

Die graphische Darstellung des Mortalitätsdiagramms (nach Shelford und Bodenheimer) gibt ein anschauliches Bild für die Mortalität und dementsprechend für die fatalen Zonen.

In den meisten Fällen hat die Temperatur einen dominierenden Einfluß auf Entwicklung der einzelnen Stadien des großen Kohlweißlings, während der Luftfeuchtigkeit keine größere Bedeutung zukommt.

Für die Eizahl und die Mortalität hingegen sind beide Faktoren wesentlich, ja manchmal ist die Luftfeuchtigkeit sogar ausschlaggebend.

Die fatalen Zonen für die Entwicklung von *Pieris brassicae* werden gebildet durch Temperaturen über 26° C (Eimortalität 100 %) und bei 13° C resp. 60 % Luftfeuchtigkeit (keine Eiablage mehr.)

Für die Küstenzone Palästinas besteht bei Durchschnittsklima die Entwicklungsmöglichkeit von 7 Generationen pro Jahr. In Zuchten wurden von Anfang Oktober bis Ende Juli 5 Generationen erreicht. Der Grund für das Aussterben der Art in den Zuchten im Sommer wird zu erläutern versucht und ergibt, daß Neueinflug in den Jaffa-Tel Aviv-Bezirk im Herbst/Winter erfolgt. Der Versuch einer Analyse der Entwicklung an zwei klimatisch anderen Orten Palästinas (Jerusalem und Tiberias) wird gemacht.

Auf Grund der Temperaturdaten allein wird die Entwicklung von *Pieris brassicae* in ihrem Verbreitungsgebiet errechnet und, soweit vor-

handen, den empirischen Daten laut Literatur gegenübergestellt. Als Nordgrenze ihres Verbreitungsgebiets ist eine Gegend anzusehen, in der nicht mindestens während 3 Monaten eine Durchschnittstemperatur von mehr als 15—16° C herrscht, während für das Gebiet der südlichen Grenze erforderlich ist, daß in keinem Monat eine Durchschnittstemperatur von 26° C überschritten wird.

Das Entwicklungspotential von *Pieris brassicae* wird auf Grund von meteorologischen Durchschnittsdaten für Jaffa-Tel Aviv und einige Orte mit verschiedenen jährlichen Generationen errechnet. Die sich so ergebenden Vermehrungsquotienten resp. -faktoren können nur als maximale angesehen werden, da oft plötzliche extreme Klimaerscheinungen, die sich bei der Berechnung der Durchschnittsdaten nicht bemerkbar machen, sie sehr verringern. Im Jahre 1929/30 entwickelten sich im Jaffa-Tel Aviver Bezirk unter den tatsächlichen klimatischen Bedingungen nur 4 statt 7 Generationen und der Vermehrungsfaktor war = 0.

Literatur.

Andres, A., Verzeichnis der bis jetzt in Ägypten beobachteten Schmetterlinge. Bull. Ent. Soc. Egypte 1912, S. 53—114, 1913.

*Arkhangelski, P., Note on *Pieris brassicae* L. La Défense des Plantes I, Nr. 6, S. 239. Leningrad 1925.

Auel, H., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Pieris brassicae* L. Beobachtungen über das Erscheinen der Generationen. Allgem. Zeitschr. f. Entom. VII, S. 113, 139, 184, 1902.

— — Biologisches von *Pieris brassicae* L. (Lep.) nebst einigen Bemerkungen über die Bekämpfung dieses Schädlings. Zeitschr. wiss. Ins. Biol. VIII, S. 258—260, 1912.

Bell, T. R., The Common Butterflies of the plains of India. J. Bombay Nat. Hist. Soc. XXII, S. 92—93, 1913.

Bodenheimer, F. S., Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. angew. Ent. 1926, S. 91—122.

— — Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralbl. 48, S. 714—739, 1928.

— — Die Schädlingsfauna Palästinas. Berlin, Verlag Paul Parey, 1930.

Bodenheimer, F. S., und Klein, H. Z., Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. II. Die Abhängigkeit der Aktivität bei der Ernteameise *Messor semirufus* E. André von Temperatur und anderen Faktoren. Zeitschr. vergl. Phys. XI, S. 345 bis 385, 1930.

*Bryantzew, B. A., On the Biology of *Pieris brassicae* L. in the Leningrad Government. Défense des Plantes II, Nr. 4—5, S. 237—242, 1925.

Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. I. Morphologischer Teil. Zeitschr. angew. Entom. XV, S. 1—66, 1929.

— — II. Physiologischer Teil. Ibidem XVIII, S. 57—112, 1931.

*Faure, Jean C., Contribution à l'étude d'un complexe biologique: la Piéride du Chou (*Pieris brassicae* L.) et ses parasites hyménoptères. Lyon 1926.

Fletcher, T. B., Migration as a Factor on Pest-Outbreaks. Bull. Entom. Res. XVI, S. 177—181, 1925.

Friederichs, K., Zur Ökologie des Kohlweißlings *(Pieris brassicae)*. Zeitschr. angew. Ent. XVIII, S. 568—581, 1931.

*Ghirlanda, C., Il Bruco verde dei Cavoli *(Pieris brassicae* L.). R. Osservatorio Fitopatologia, Turin, Foglio d'Istruzione 11, 1921.

Ghosh, C. C., Life History of Indian Insects. Mem. Dept. Agric. India. Ent. Ser. V, 1, S. 20—26, 1914.

Hann, J., Handbuch der Klimatologie. II und III. Stuttgart 1910—1911.

*Jegen, G., Beiträge zur Kohlweißlingsbekämpfung. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Bern, II, Nr. 4, 1918, S. 524—530.

Martini, E., Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen. Zeitschr. angew. Ent. XVIII, S. 440—459, 1931.

Pictet, A., Les Migrations de la Piéride du Chou en 1917 *(Pieris brassicae* L.) et leurs conséquences. Arch. Scienc. phys. et natur. Vol. 45, Genève, 1918.

— — Observations biologiques sur *Pieris brassicae* en 1917. Bull. Soc. lépidopt. de Genève Vol. IV, Fasc. 1, S. 53—66, 1918.

Staudinger-Rebel, Katalog der Lepidopteren des Paläarktischen Faunengebietes. Berlin 1901.

*Strawinski, K., Caterpillars on Cabbage and their Control by chemical Measures. Publ. Sta. Prot. Zgierz, Nr. 2, 1928.

*Tullgren, A., Skadedjur i Sverige Aren 1912—1916. Meddelande fran Centralanstalten för Jorsbruksförsök, Nr. 152, Entomologiska Avdelningen Nr. 27.

*Zvierezomb-Zubovsky, E., Brief Report on the Work of the Don Bureau for the Control of Pests of Agricultural Plants for 1917 and Review of the Pests of Agriculture in the Don Province. Rostoff 1918.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. angew. Ent. XVII, S. 475—562, 1931.

(Weitere Literatur siehe in den genannten Bodenheimerschen Arbeiten. * bedeutet, daß nicht die Originalarbeiten, sondern nur Referate aus dem Review of Applied Entomology, Series A., vorlagen.)

Ein Jahrzehnt Milbenkrankheit der Honigbiene.

Entdeckung, Erforschung und Bekämpfung eines Seuchen-Erregers.

Von

Otto Morgenthaler.

(Abteilung für Bienenkrankheiten der Eidgenössischen milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern. Vorsteher: Professor Dr. R. Burri.)

(Mit 11 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

I. Entdeckung und gegenwärtig bekannte Verbreitung der Milbenkrankheit . . . 449
II. Epidemiologische Beobachtungen und Biologie der Tracheen-bewohnenden Milbe *Acarapis Woodi* 459
III. Die „äußerliche" Bienenmilbe *Acarapis externus* und das Spezies-Problem bei *Acarapis* 473
IV. Die Heilmittel-Frage 483
V. Zusammenfassung 486
VI. Literatur 487

* * *

I. Entdeckung und gegenwärtig bekannte Verbreitung der Milbenkrankheit.

An der Sitzung der „Royal Society of Edinburgh" vom 1. November 1920 legte J. Rnenie die gemeinsam mit seinen Mitarbeitern P. B. White und Elsie J. Harvey gemachte Entdeckung einer in den Brusttracheen der Honigbiene schmarotzenden Milbe vor, die er *Tarsonemus Woodi* nannte. Der Name wurde später von Hirst (1921) abgeändert in *Acarapis Woodi*. Die Entdeckung war in verschiedener Hinsicht so überraschend, daß die zuerst in Tageszeitungen und Bienenfachschriften verbreitete Nachricht viele ungläubige Leser fand. Erst die im März 1921 in den „Transactions" der genannten Gesellschaft erschienene Abhandlung der drei Entdecker zerstreute jeden Zweifel. Die weitere Erforschung der Krankheit brachte ebenfalls manche Überraschung und außerdem manchen Beitrag zu Fragen, die auch in der allgemeinen und angewandten Entomologie lebhaft diskutiert werden. Da die Krankheit seit 1922 auch in der Schweiz nachgewiesen ist, und da sich hier die gut organisierten

Bienenzüchtervereine unterstützt von den Behörden mit aller Kraft der Erforschung und Bekämpfung der Seuche annahmen, so erhielten wir an der Abteilung für Bienenkrankheiten der Landwirtschaftlichen Versuchs-Anstalt Liebefeld (die als amtliche Untersuchungsstelle bezeichnet worden war) ein sehr reichliches Studienmaterial. An Hand fremder und eigener Untersuchungen soll versucht werden, hier einen Überblick über die Entwicklung des Bienenmilbenproblems in diesem Jahrzehnt zu geben, wobei auch noch unveröffentlichte Ergebnisse mitgeteilt werden. Auf Vollständigkeit macht der referierende Teil der vorliegenden Arbeit keinen Anspruch; es ist eine zu große Zahl von Artikeln über dieses Thema geschrieben worden. Viele davon bringen freilich nur Hypothesen, so daß sie ohne großen Verlust für die Zusammenstellung unberücksichtigt bleiben konnten.

Ich möchte auch an dieser Stelle dankbar der Förderung gedenken, die unsere Anstalt bei diesen Untersuchungen von seiten der schweizerischen und kantonalen Regierungsbehörden sowie der Imkervereine und Bieneninspektoren erfahren durfte. Diese harmonische Zusammenarbeit im Verein mit den Forschungen im Ausland hat jetzt zu dem Ergebnis geführt, daß die gefürchtete Milbenkrankheit ihre Schrecken für unsere Bienenzucht verloren hat. Zu großem Dank verpflichtet bin ich auch allen meinen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen von der Abteilung für Bienenkrankheiten. An der vorliegenden Arbeit ist besonders Herr A. Brügger stark mitbeteiligt durch die Herstellung vorzüglicher Präparate, aber auch durch manche andere, viel Geschick, Verständnis und Ausdauer erfordernde Arbeit. Die mikrophotographischen Aufnahmen besorgte in freundlicher Weise Herr Dr. W. Staub. Für Mithilfe bei den variationsstatistischen Arbeiten bin ich Herrn Dr. S. Blumer in Bern zu großem Dank verpflichtet.

Zum erstenmal wurde durch die Entdeckung der schottischen Forscher das Tracheensystem eines Insekts als Sitz einer Milbeninfektion nachgewiesen. Den Insekten-bewohnenden Milben war ja schon vorher großes Interesse entgegengebracht worden, doch hatte anscheinend niemand an die Möglichkeit eines Eindringens in die Tracheen gedacht. Nach der Publikation der Entdeckung der Bienenmilbe stellte sich freilich heraus, daß amerikanische Entomologen schon im Jahre 1914 Milben in den Tracheen und Luftsäcken von Heuschrecken (*Hippiscus apiculatus* Harris und *Arphia carinata* Scudder) gefunden hatten, ohne daß aber etwas darüber veröffentlicht worden war (Wehrle und Welch 1925). Dieser Heuschrecken-Parasit wurde von Ewing (1924) als *Locustacarus trachealis* beschrieben. Das Vorkommen von Milben in den Tracheen von Heuschrecken beweist, daß diese Art des Parasitismus nicht, wie man etwa annehmen könnte, nur bei sozialen Insekten anzutreffen ist. Es wird dadurch wahrscheinlich, daß Tracheen-bewohnende Milben noch bei einer großen Zahl von Insekten gefunden werden, wenn man systematisch danach sucht[1]). — Tracheen-Parasitismus bei Insekten ist außerdem bei einigen Tachinen bekannt, deren Larven in die Stigmen ihrer Wirte eindringen (Rennie und Sutherland 1920).

[1]) Nach einer Notiz bei Toumanoff (1930, S. 222) hat A. Henry in Alfort *Locustacarus*-ähnliche Milben in den Abdominal-Luftsäcken von *Bombus* gefunden.

Als Sitz der Bienenmilbe kommen fast ausschließlich die in das erste Stigmenpaar mündenden, kräftig entwickelten Tracheen des vordern Brustabschnittes in Betracht. Sie versorgen außer den Flugmuskeln und den übrigen Organen des Pro- und Mesothorax auch den Kopf der Biene. Deshalb findet man gelegentlich auch Milben in den Tracheenverästelungen des Kopfes (White bei Rennie usw. 1921). Eine sehr interessante, bis jetzt zu wenig verfolgte Angabe wird von Prell (1927) gemacht, daß näm-

Abb. 1. 6 Tage alte Milben-Infektion in der Brusttrachee der Biene. Die eingewanderten Weibchen haben mit der Eierlage begonnen. Eier fast ebenso groß wie die Milben. Vergr. 95 ×.

lich Milben und Milbenlarven auch in den Luftsäcken des Abdomens vorkommen. — Über die anatomischen Verhältnisse der vordern Brusttracheen und des ersten Stigmas, über die Richtung des Luftstromes und über die Atmung der Biene überhaupt vgl. Betts (1923, 1924), Morison (1927), Wohlgemuth (1929), Snodgrass (1925).

Acarapis Woodi macht seine ganze Entwicklung in den Bienen-Tracheen durch, man findet deshalb dort neben adulten Männchen und Weibchen auch Eier und Larven (Abb. 1). Die Begattung findet vermutlich ebenfalls in der Trachee statt, worauf das Weibchen einen neuen Wirt auf-

sucht, wenn in der alten Trachee nicht mehr Platz ist für eine neue Generation. Die Milbe und ihre Entwicklungsstadien sind außer von Rennie (1921, 1921/22, 1927) auch von Hirst (1921), Ewing (1922), Vitzthum (1923, 1927) und Morison (1932) eingehend beschrieben und abgebildet worden. Für die feinere Morphologie kann auf diese Arbeiten verwiesen werden. Über den Habitus des Tieres orientieren die beigegebenen Mikrophotographien (Abb. 2—4, 9, 10).

Für die Größen der einzelnen Stadien ergaben sich bei unsern Messungen folgende Zahlen:

1. Weibchen: (nach der Anweisung von Vitzthum 1929 wurde nur das sogenannte Idiosoma, d. h. der Körper mit Ausschluß des Kopfabschnittes gemessen) Länge 106—180 μ, Breite 65—85 μ. Die große Längenschwankung rührt davon her, daß gravide Weibchen durch das sich entwickelnde Ei stark in die Länge gedehnt werden.

Abb. 2. *Acarapis Woodi*, Männchen. Vergr. 250 ×.

2. Männchen: (Idiosoma) Länge 85—116 μ, Breite 57 bis 85 μ.

3. Das Ei ist auffallend groß. Länge 122—137 μ, Breite 57 bis 75 μ.

4. Die Larve zeigt auffallend stark reduzierte Extremitäten, die kaum zur Lokomotion brauchbar sind. Sie mißt (mit Kopf) in der Länge 140—225 μ, in der Breite 77—125 μ. Die beträchtlichen Größenschwankungen rühren wahrscheinlich, wie schon Morison (1932) hervorhebt, vom verschiedenen Geschlecht der Larven her.

5. Ein Nymphenstadium ist nur angedeutet durch eine Haut, welche das in der Larve sich entwickelnde Tier umgibt. Wir haben diese Haut nur bei den weiblichen Tieren gefunden.

Acarapis wird in die Familie der *Tarsonemiden* gestellt, nimmt aber hier insofern eine Ausnahmestellung ein, als ihm die sogenannten pseudostigmatischen Organe zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar fehlen. Bemerkenswert ist ferner die starke Reduktion des vierten Beinpaares. Dieses ist mit langen Schlepphaaren ausgestattet (zwei beim Weibchen, eins beim Männchen). Die für die *Tarsonemiden*-Weibchen typische Segmentierung des Rückenschildes ist bei *Acarapis* deutlich ausgebildet (Abb. 3). Die nur beim Weibchen vorhandenen Tracheen münden in zwei Stigmen neben dem Kopf. Die Mundteile sind stechend, das Tier ernährt sich augenscheinlich vom Bienenblut, das nach Durchbohrung der

Tracheenwand aufgenommen wird. Bei dieser Verletzung der Trachee dringt Blut auch zwischen die Spiralversteifungen der Tracheenwand, verkrustet hier und gibt mit der Zeit dem ganzen befallenen Organ ein schwarzes Aussehen. Die Schädigung des Wirtstieres erfolgt durch diese Verletzungen sowohl wie durch Verstopfung der Luftwege durch die oft dicht gedrängten Parasiten. Brügger fand bis 75 Milben und Milbenstadien in einer Trachee. Die Infektion der Biene kann einseitig oder beidseitig sein. Auch die benachbarten Muskeln werden in Mitleidenschaft gezogen (Morison 1927, Killick 1923).

In bienenzüchterischen Kreisen erregte die Entdeckung von *Acarapis Woodi* größtes Interesse, weil dadurch die Natur einer sehr gefürchteten

Abb. 3. *Acarapis Woodi*, Trächtiges Weibchen von der Seite, zeigt die Segmentierung des Körpers. Vergr. 335 ×.

Bienenkrankheit, der sogenannten „Insel-Wight-Krankheit", aufgeklärt wurde. In den Jahren 1904—1906 trat auf der Insel Wight eine ungewöhnlich heftige Bienenkrankheit auf, die sich darin äußerte, daß die Bienen ihre Flugfähigkeit verloren und hilflos hüpfend zu Tausenden den Boden vor den Bienenstöcken bedeckten. Ihr Hinterleib war meist aufgetrieben durch die im Darm zurückgehaltenen Faeces. (Da die Bienen sich normalerweise nur im Flug entleeren, so ist die Stauung von Exkrementen im Darm eine sekundäre Erscheinung bei jeder Art von Flugunfähigkeit. Man ist dann leicht geneigt, sie als primär anzusehen und im Darm nach der Ursache der Krankheit zu suchen.) Trat die Krankheit im Winter und frühen Frühjahr auf, so war sie von Ruhr begleitet. Alle die genannten Symptome konnten aber auch fehlen, die Krankheit nahm dann ohne auffallende äußere Kennzeichen einen mehr schleichenden Verlauf und zeigte sich nur in einem fortwährenden Schwächerwerden der befallenen Völker. Anderer-

seits tritt Flugunfähigkeit auch bei einer Reihe anderer Bienenkrankheiten auf, die mit der Milbenseuche nichts zu tun haben, so daß vor der Entdeckung des Erregers die „Insel-Wight-Krankheit" nicht mit Sicherheit von andern Massensterben der Bienen unterschieden werden konnte.

Die früher blühende Bienenzucht der Insel Wight soll damals durch diese Seuche vernichtet worden sein. Anschauliche Schilderungen hierüber gibt Bullamore (1922 und bei Graham-Smith usw. 1912). Das britische Landwirtschaftsministerium hat sich frühzeitig der Sache angenommen und Entomologen, Zoologen und Mikrobiologen mit der Aufklärung beauftragt. Diese Untersuchungen fanden einen scheinbaren Abschluß durch die im Jahre 1912 und 1913 veröffentlichten Ergebnisse von Graham-Smith und Mitarbeitern, wonach das Protozoon *Nosema apis* Zander als Erreger der Insel-Wight-Krankheit erklärt wurde Trotzdem sich diese Feststellung später als irrig oder wenigstens als unvollständig erwies, sind in dieser Veröffentlichung doch wichtige Beobachtungen über den Verlauf der Krankheit enthalten, die auch nach Entdeckung der Milbe ihren großen Wert behalten haben.

Abb. 4. *Acarapis Woodi*, Larve. Im Innern das fast fertig entwickelte Tier in besonderer Hülle × (Nymphenhaut). Vergr. 250 ×.

Anderson (1916) gebührt das Verdienst, zuerst den Beweis erbracht zu haben, daß *Nosema* nicht die eigentliche Ursache der Insel-Wight-Krankheit sein könne. Diese Untersuchungen wurden später von Anderson und Rennie (1916) fortgeführt und nachher von Rennie und Harvey (1919) weiter verfolgt. Noch vor der Entdeckung des Erregers haben diese Autoren vollständig richtig erkannt, daß die Krankheit ansteckend sein müsse, daß aber eine Übertragung durch Kasten, Waben, Honig oder durch Verfüttern von zerriebenen kranken Bienen nicht in Frage komme, dagegen lebende Bienen die Krankheit übertragen können. Freilich hatten auch diese künstlichen Übertragungsversuche mit Bienen nicht immer Erfolg. — Durch organisierte Zusammenarbeit gelang dann im Herbst 1920 die Entdeckung der Milbe, und zwar war es der Bakteriologe P. B. White, der zuerst auf sie aufmerksam wurde, als er Organ um Organ des Bienenkörpers auf pathologische Veränderungen untersuchte. Auch er hat zu-

erst im Darm nach dem Erreger gesucht, und so entstand nebenbei seine grundlegende Arbeit über die Bakterienflora des Bienendarms (1921).

Untersuchungstechnik. Der Nachweis der Milbeninfektion in den Tracheen ist jetzt, nachdem die Entdeckung einmal gemacht ist, eine sehr einfache Sache. Nach Wegschneiden des Bienenkopfes und der Vorderbeine wird das mit Schere oder Messer abgetrennte vorderste Thorax-Viertel oder -Fünftel auf einen Objektträger gelegt, durch einen sagittalen Schnitt in eine linke und rechte Hälfte geteilt, worauf unter dem Präpariermikroskop bei 20–50facher Vergrößerung die Tracheen herauspräpariert werden. Mit Vorteil bedient man sich als Untersuchungsflüssigkeit der Milchsäure, die von Schweizer (1922) in die Untersuchungstechnik der Milben eingeführt worden ist und die sich für alle schwach chitinisierten Objekte vorzüglich bewährt. Morison (1930) empfiehlt hierfür Glyzerin. — Andere Präpariermethoden sind angegeben bei Geiger (1925), Prell (1927), Angelloz (1929), Howorth und Harrison (1930), Thompson (1931), Borchert (1932).

Verbreitung in andern Ländern. Nach dem großen Ausbruch der Krankheit auf der Insel Wight meldete man ihr Auftreten auch in England und Schottland. Nach Entdeckung der Milbe wurde im Jahre 1921 der erste Fall aus Frankreich bekannt (Ranguis 1921). Nach neuern Untersuchungen von Angelloz (1929) und Toumanoff (1930) ist die Seuche in Frankreich weit verbreitet. 1922 wurden die ersten Fälle von Milbenseuche in der Schweiz festgestellt (Morgenthaler 1922b). 1923 fand sie Pointner (1924) in Österreich. Seither ist sie durch ihn (1925) und Vitzthum (1926) im Lande Salzburg, durch Kugler (1928) in Tirol, durch Grabher (1928) und Huchler (1931) in Vorarlberg als weit verbreitet erkannt worden. 1925 wurde der erste Fall in Bayern entdeckt (Zander 1925, 1926). 1926 fand Prell (1927) zwei voneinander unabhängige Fälle in der Nähe von Tharandt bei Dresden und 1928 Freudenstein (1929) einen dritten sächsischen Fall in der Nähe von Bautzen. Schon vorher war die Krankheit auch in Rußland an verschiedenen Stellen gefunden worden (Perepelowa 1927). Ich verdanke A. Skorikow vom Zoologischen Museum in Leningrad eine kartographische Darstellung der russischen Fälle. Das Jahr 1930 brachte die erste Feststellung der Krankheit in Italien, in der Nähe von Genua (Zappi 1931, Tomassi 1931). Nach Vitzthum (1931 S. 134) sind auch einzelne Fälle in der Tschechoslowakei und in Polen gefunden worden, doch konnte ich hierüber nichts Genaueres in Erfahrung bringen.[1])

[1]) Kitzberger (1925) macht eine etwas unbestimmte Angabe über das Vorkommen der Milbenkrankheit bei Prag.

Anmerkung bei der Korrektur: Seither fand ich in „Bienenmütterchen" XI, 1932, S. 103 eine Angabe von E. Tochacek, wonach die Milbenkrankheit in einigen Ortschaften Nordmährens festgestellt worden sei. Nach Vandegaer („L'Apiculture Belge" IV, 1931, S. 118) wurde die Seuche kürzlich auch in Belgien gefunden. A. Baldensperger (Els.-Lothring. Bienenztg." LIV, 1931, S. 220 und briefliche Nachrichten) teilt mit, daß er seit 1931 mehrere Milbenfälle im Elsaß gefunden habe.

Die mir bekannt gewordenen Verbreitungsgebiete der Milbenkrankheit sind in dem Kärtchen Abb. 5 dargestellt. Außerhalb Europas ist die Krankheit bis jetzt nicht gefunden worden. Vgl. dazu auch Phillips (1923, 1925).

Die oben gegebene chronologische Darstellung der Krankheitsfunde in den verschiedenen Ländern gibt nun durchaus nicht etwa ein Bild von der wirklichen Art des Vordringens der Krankheit von Land zu Land.

Abb. 5. Die gegenwärtig bekannte Verbreitung der Milbenkrankheit. Ergänzung s. Fußnote auf S. 455.

Die in Bienenzeitungen etwa vertretene Ansicht, wonach die Seuche zu Beginn unseres Jahrhunderts auf der Insel Wight neu entstanden sei und dann zuerst auf England, Schottland und Irland, später auf das Festland übergegriffen habe, entspricht sicher nicht den Tatsachen. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme von Betts (1924b), daß die Seuche durch Bieneneinfuhr vom Kontinent her nach der Insel Wight eingeschleppt worden sei. Die Nachforschungen nach der Herkunft der Milbe in der Schweiz ergaben, daß z. B. im Frutigtal (Berner Oberland) die Milbenkrankheit schon vor der Jahrhundertwende durch Bieneneinfuhr aus Nachbarländern eingeschleppt worden ist. Bullamore (l. c.) hat in einer historischen Über-

sicht gezeigt, daß auch in früheren Zeiten in Großbritannien sowohl wie in andern Ländern Massensterben von Bienen vorgekommen sind, die dem „großen Ausbruch" der Insel-Wight-Krankheit im Anfang unseres Jahrhunderts in nichts nachstanden. Baldensperger (1925), ein guter Kenner der Bienenkrankheiten, glaubt, daß er die Krankheit schon 1894 bei Nizza beobachtet habe.

Verbreitung der Krankheit in der Schweiz. Die mit Hilfe der Bienenzüchtervereine und der Behörden durchgeführten, sehr umfangreichen Untersuchungen über die Verbreitung der Milbenkrankheit in der Schweiz haben nicht nur lokales Interesse. Sie geben uns Aufschluß über die Abhängigkeit der Seuche von klimatischen, wirtschaftlichen oder imkertechnischen Verhältnissen, über den Zusammenhang der einzelnen Seuchenherde, über die Wege der Verbreitung und bilden die Grundlage für viele andere epidemiologische Beobachtungen. Die beigegebene Schweizerkarte (Abb. 6) zeigt das Resultat der zehnjährigen Untersuchungen. Schwarze Punkte bezeichnen Bienenstände, in denen die Milbenkrankheit festgestellt wurde, graue Punkte solche Stände, in denen die mikroskopische Analyse keine Tracheenmilben ergab. Während man bei der Europakarte (Abb. 5) den Eindruck hat, daß sie bei vielen Ländern weniger die Verbreitung der Milbenseuche als die Verbreitung der Untersuchungsstationen angibt, können die schweizerischen Gebiete, für welche keine Milbenfälle verzeichnet sind, auf Grund dieser Untersuchungen mit größter Wahrscheinlichkeit als wirklich seuchenfrei angesehen werden.

Auffallend ist nun vor allem der Umstand, daß die Milbenseuche auf den westlichen Teil der Schweiz beschränkt ist. Östlich von den Kantonen Basel, Bern und Wallis ist bis jetzt kein einziger schweizerischer Milbenfall gefunden worden, obschon wir sehr viele Bienenproben aus diesem Gebiet untersucht haben. Lehrreich ist in dieser Beziehung besonders der Kanton St. Gallen, wo auf Initiative des kantonalen Volkswirtschaftsdepartements wegen der Milbenfälle im nahen Vorarlberg sämtliche Bienenstände von Fachleuten besucht und aus rund 5000 Bienenvölkern Proben nach Liebefeld geschickt wurden. (Siehe über diese vorbildliche behördliche Maßnahme den Bericht von Zogg 1931.) Milbenseuche wurde dabei nirgends gefunden, die Ost- und Zentralschweiz scheint demnach trotz Bedrohung von Osten und Westen von der Krankheit verschont geblieben zu sein. Auch aus dem Tessin ist bisher kein Milbenfall bekannt.

Für die späteren Ausführungen ist es nun von Interesse, zu wissen, daß die Schweizer Imker nach Sprachgebieten in drei Landesverbände zusammengeschlossen sind, von denen jeder seine eigene Tradition und seine eigenen Betriebsmethoden hat Die Milbenkrankheit tritt nun fast ausschließlich im Gebiet der Société Romande d'Apiculture, also in der französisch sprechenden Schweiz auf. Einzig im Kanton Basel, im Berner Seeland (nordwestlich von Bern), im Berner Oberland und im Oberwallis hat sie auf deutschsprachiges Gebiet übergegriffen. Nachfolgende Tabelle 1

Abb. 6. Die Verbreitung der Milbenkrankheit in der Schweiz. Schwarze Punkte = Bienenstände mit Milbenkrankheit. Graue Punkte = Untersuchte Bienenstände ohne Milbenkrankheit. Die Pfeile veranschaulichen einen Fall von Seuchenverschleppung durch den Handel

gibt an Hand unserer Protokolle die Zahlen für die einzelnen Kantone. Dabei sind sämtliche in den zehn Jahren registrierten Fälle aufgeführt; zahlreiche, hier als krank mitgezählte Bienenstände sind unterdessen durch die Heilmittelbehandlung geheilt worden. Die zweisprachigen Kantone Bern und Wallis sind nach Sprachgebieten gesondert aufgeführt. Für die Berechnung des Prozentsatzes kranker Bienenstände wurde die amtliche Bienenvölkerzählung vom April 1931 zugrunde gelegt.

Tabelle 1.

Das Auftreten der Milbenkrankheit in der Schweiz nach Kantonen.

Kanton	Zahl der kranken Bienenstände	Zahl der kranken Bienenvölker	% kranker Bienenstände
Genf	48	98	12,8
Waadt	139	372	4,2
Wallis, franz. spr.	365	884	34,8
„ deutschspr.	56	106	8,6
Freiburg	6	16	0,2
Neuenburg	11	24	1,3
Bern, franz. spr.	161	388	9,5
„ deutschspr.	62	165	0,8
Basel	12	23	1,3
Total	860	2076	2,4

Angaben über das Vorkommen der Krankheit in den einzelnen Gemeinden des Kantons Wallis macht Leuzinger (1928).

Die Schweiz gehört mit 36 357 Bienenständen und 298 248 Bienenvölkern zu den am dichtesten mit Bienen besiedelten Ländern. Nach Tabelle 1 waren 2,4% der Bienenstände und 0,7 % der Bienenvölker von der Milbenseuche befallen. Die Hoffnung, die verhältnismäßig wenig zahlreichen Seuchenherde völlig auszurotten oder wenigstens die bisher verschonten Landesteile vor Ansteckung zu bewahren, bildete den Hauptantrieb zu den umfassenden, Zeit und Geld kostenden Bekämpfungsmaßnahmen. Im Jahre 1923 ist die Milbenkrankheit in das Eidgenössische Tierseuchengesetz aufgenommen worden.

II. Epidemiologische Beobachtungen und Biologie der Tracheen-bewohnenden Milbe *Acarapis Woodi*.

1. Ist das Auftreten der Krankheit abhängig von klimatischen Einflüssen? Die schweizerischen Milbenherde liegen in klimatisch sehr verschiedenen Gegenden. Sie wurden angetroffen sowohl in Walliser Bergdörfern bis hinauf nach Bourg-St. Pierre am Großen St. Bernhard in 1630 m Meereshöhe wie an den tiefstgelegenen Punkten der Schweiz bei Basel (273 m), Boncourt (372 m) und Genf (382 m). Für ihre starke Verbreitung in England hat man öfters das feuchte, nebelige Meeresklima

verantwortlich gemacht. Demgegenüber ist die Krankheit sehr häufig und in sehr verheerender Form gefunden worden im Rhonetal (Wallis), so in der Gegend von Siders und Riddes, die zu den sonnigsten und niederschlagärmsten Ortschaften der Schweiz gehören. (Weniger als 60 cm Niederschläge pro Jahr). In Höhenluftkurorten wie Montana (Wallis, 1470 m), Leysin (Waadt, 1400 m) und Kandersteg (Berner Oberland, 1200 m) wurde sie ebenfalls angetroffen, wodurch die Ansicht widerlegt wird, daß sie begünstigt werde durch die verdorbene Luft von Fabrikgegenden. Die Unabhängigkeit der Bienenmilbe von äußeren klimatischen Einflüssen ist verständlich, wenn man bedenkt, daß das Innere eines bevölkerten Bienenstockes eine Art Klimainsel darstellt, die überall ungefähr die gleichen Verhältnisse in bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit bietet. Die Bienen halten die Stockwärme auch im Winter bei rund 20° C und darüber, selbst wenn die Außentemperatur ebenso viele Grade unter Null liegt. Eine gewisse Feuchtigkeit ist ebenfalls immer vorhanden. Ein Mitbewohner des Bienenstockes wird also stets ziemlich gleichmäßige Verhältnisse vorfinden. Wir haben auch nie beobachtet, daß etwa die Krankheit in gewissen Höhenlagen oder in Gegenden mit übereinstimmenden klimatischen oder pflanzengeographischen oder landwirtschaftlichen Verhältnissen anders verlief als in anderen Landesteilen.

2. Abhängigkeit von der Bienenrasse? Oben ist schon die Ansicht ausgesprochen worden, daß für die Beschränkung der Milbenkrankheit auf den westlichen Teil der Schweiz imkertechnische Verhältnisse in Betracht kommen könnten. Nun unterscheidet sich die Bienenzucht der französischsprechenden Schweiz von derjenigen der deutschsprechenden außer durch die Kastenform und andere Einzelheiten, die hier wohl nicht von Belang sind, hauptsächlich durch die gezüchtete Bienenrasse. In der deutschen Schweiz wird seit rund 30 Jahren planmäßig Rassenzucht getrieben, indem versucht wird, die einheimische schwarze Bienenrasse rein herauszuzüchten und alles fremde Blut auszumerzen. In der Société Romande dagegen vertrat man die Meinung, daß für die dortige Gegend Bastardvölker die besten Erträge geben. Es wurden deshalb in großem Maßstabe Krainer- und Italienerbienen eingeführt und Kreuzungen mit der einheimischen Rasse vorgenommen. Es lag nun nahe, die auffallende Verbreitung der Seuche in der Schweiz zu erklären mit einer Immunität der schwarzen Bienenrasse. Diese Hoffnung hat sich leider nicht bestätigt, wie wir durch Versuche in den Jahren 1924—26 feststellen konnten (1928). Schwarze befruchtete Rassenköniginnen aus gesunden Ständen der deutschen Schweiz wurden in milbenkranke Völker nach Bovernier (Wallis) verbracht, in der Hoffnung, ihre Nachkommen würden der Milbeninfektion widerstehen. Sie erlagen aber ebenso rasch und ebenso gründlich der Krankheit wie die Walliser Bastardbienen. Es besteht gegenwärtig nicht der geringste Anhaltspunkt dafür, daß irgend eine Bienenrasse immun gegen die Milbenseuche wäre.

3. Verschleppung der Seuche durch den Handel. Gleichwohl bin ich überzeugt, daß es die deutsche Schweiz ihren Rassenzuchtbestrebungen zu verdanken hat, wenn sie zum größten Teil heute milbenfrei ist. Doch liegt der Grund nicht in einer Rassenimmunität, sondern darin, daß seit einigen Jahrzehnten die Bieneneinfuhr hier fast völlig aufgehört hatte, während der rege Import in die französische Schweiz auch die Krankheit ins Land brachte. Ein solcher Fall der Krankheitsverbreitung durch den Handel ist in der Karte (Abb. 6) eingezeichnet. Es handelt sich um eine Firma im Kanton Genf, die in den Jahren 1921 und 1922 zahlreiche Völker und Schwärme aus Frankreich importierte und in der Schweiz weiterverkaufte. Die Pfeile auf der Karte bezeichnen Milbenherde, die nachgewiesenermaßen auf den Verkehr mit diesem Handelshaus zurückgeführt werden konnten (Näheres hierüber siehe Bull. Soc. Romande d'Apiculture, 1923, S. 65).

Bei den jetzigen unvollständigen Kenntnissen über die Verbreitung der Seuche läßt sich nicht sagen, welche Länder als ursprüngliche Herde anzusehen sind. Es wäre unrichtig und ungerecht, diejenigen Gebiete als solche zu bezeichnen, in denen dank einer gründlichen Nachforschung bis heute am meisten milbenkranke Bienenstände entdeckt worden sind.

4. Nesterweises Auftreten der Krankheitsfälle. Wie die Karte zeigt, treten die milbenkranken Bienenstände meist gruppenweise auf. Kam irgendwo ein Fall zur Anzeige, so wurde eine amtliche Generaluntersuchung sämtlicher Völker im Flugkreise des kranken Standes angeordnet, wobei dann meist mehrere Stände der Nachbarschaft schon angesteckt befunden wurden. Wo auf der Karte isolierte schwarze Punkte verzeichnet sind, handelt es sich meist um Fälle, die nachweislich kurz vorher aus infizierten Gebieten durch Bienenkauf eingeführt worden waren. Die Verfolgung dieser Zusammenhänge im einzelnen ist sehr lehrreich, ihre Einzeichnung in das vorliegende Kärtchen hätte aber bei dem kleinen Maßstab ein zu verwirrendes Bild gegeben. — Übertragen wir diese Erfahrungen auf andere Länder, aus denen vereinzelte schwere Milbenfälle gemeldet worden sind, so müssen wir sagen, daß auch dort wahrscheinlich bei gründlicher Nachforschung ausgedehnte Herde zum Vorschein kommen werden, es sei denn, daß es sich um ganz frisch eingeschleppte Fälle handelt oder daß die Siedlungsverhältnisse usw. ganz andere seien als in der Schweiz.

5. Spontan gemeldete und durch die Generaluntersuchung aufgedeckte Fälle. Die oben aufgeführten 860 milbenkranken Bienenstände wurden zum Teil mehrfach untersucht. Es kamen dazu 9 kranke Bienenstände aus Frankreich (davon 8 in der Nähe der Schweizer Grenze und einer von der Riviera), ferner ein Fall aus Italien. Unsere Protokolle ergeben, daß in den 10 Jahren im ganzen in 1657 Sendungen Milbenkrankheit festgestellt wurde. Davon sind aber nur 157 Fälle spontan gemeldet worden, d. h. nur 157 mal trat die Krankheit in den 10 Jahren

so auf, daß die äußeren Anzeichen eine spontane Einsendung an die Versuchsanstalt veranlaßten. Der Rest wurde erst anläßlich der Generaluntersuchungen entdeckt. Freilich würde der Kenner auch bei diesen 1500 Fällen noch häufig äußere Anzeichen bemerkt haben. Tatsache ist jedoch, daß auf sehr vielen Bienenständen die Krankheit erst durch die mikroskopischen Generaluntersuchungen erkannt wurde. Der Besitzer war oft nicht weniger überrascht als die Experten, wenn der Befund der Versuchsanstalt auf Milbeninfektion lautete. 157 Bienenstände mit auffallendem Bienensterben in 10 Jahren, das sind rund 16 pro Jahr. Eine viel größere Anzahl von Bienenständen wird alljährlich stark geschädigt durch andere Krankheiten oder durch allerlei vom Besitzer verschuldete Überwinterungsfehler. Es ist deshalb begreiflich, daß das Auftreten der Milbenseuche in der Schweiz vor der Entdeckung des Erregers noch nicht zu einem allgemeinen Alarm geführt hatte und daß von einem verheerenden Auftreten wie auf der Insel Wight vorläufig nicht gesprochen werden kann.

Man könnte sich fragen (und in Kreisen der Bienenzüchter hat man auch oft gefragt), ob unter solchen Umständen die weitgreifenden Bekämpfungsmaßnahmen überhaupt berechtigt seien. Wir kommen weiter unten noch auf die Gründe des oft recht langsamen und wenig auffallenden Krankheitsverlaufes zurück. Es steht fest, daß die Milbenkrankheit für sich allein die Bienenstände ganzer Gegenden ausrotten kann, wenn man ihr genügend Zeit läßt. Da ist es doch wohl angezeigt, alle zur Verfügung stehenden Abwehrmaßnahmen mit aller Energie einzusetzen, auch wenn dieses Endstadium noch nicht durchwegs erreicht ist.

6. Das zeitliche Auftreten der Milbenkrankheit. Die 1657 in unserer Anstalt registrierten Milbenfälle verteilen sich auf die einzelnen Monate wie folgt:

Tabelle 2.

Die Milbenbefunde nach Monaten geordnet.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Anzahl	51	100	190	161	180	169	109	102	207	212	126	50
Proz.	3,1	6,0	11,5	9,7	10,8	10,2	6,6	6,1	12,6	12,8	7,6	3,0

Es geht aus dieser Aufstellung hervor, daß die Milbenseuche das ganze Jahr hindurch in den Bienenvölkern anzutreffen ist. Im Frühjahr (März bis Juni) sowie im Herbst (September-Oktober) wurden am meisten Proben eingesandt und deshalb auch am meisten Milbenfälle registriert. Die Häufigkeit der Proben im Frühjahr erklärt sich aus dem Umstand, daß einmal der bequem zu entnehmende Wintertotenfall zur Untersuchung eingeschickt wurde und daß ferner in den letzten Jahren von April bis Juni sehr zahlreiche Proben eintrafen zur Prüfung der im vorangegangenen Herbst ausgeführten Heilmittelbehandlung. Die Untersuchungen erreichten dann wiederum im September und Oktober einen Höhepunkt als Vorbereitung

zur Behandlung im Spätherbst. Wir sehen also, daß die Milbenseuche in einem kranken Stande zu jeder Zeit nachweisbar ist, wenn man nach ihr sucht.

Diese Feststellung ist nicht so selbstverständlich wie es scheinen möchte; denn eine zweite sehr verbreitete Krankheit der erwachsenen Biene, die *Nosema*-Darmseuche zeigt die Eigentümlichkeit, daß sie nur im Spätwinter und Frühjahr in den befallenen Völkern nachzuweisen ist, gegen den Herbst zu aber meist von selbst auch aus den stärkst befallenen Völkern verschwindet oder wenigstens mit den üblichen Verfahren nicht mehr nachgewiesen werden kann.

Ein anderes Bild vom zeitlichen Auftreten der Milbenkrankheit ergibt sich aber, wenn wir nur die 157 spontan gemeldeten Fälle, also die Fälle mit deutlichen äußerlichen Krankheitsanzeichen betrachten. Auf die einzelnen Monate verteilt, erhalten wir folgendes Bild:

Tabelle 3.

Das zeitliche Auftreten der spontan gemeldeten Milbenfälle.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Anzahl	15	23	46	26	9	4	1	3	9	7	8	6
Proz.	9,6	14,6	29,2	16,6	5,7	2,6	0,6	1,9	5,7	4.5	5.1	3.9

Die Tabellen 2 und 3 sind in Abb. 7 graphisch dargestellt. (Ich verdanke die Ausführung meinem Kollegen, Herrn W. Fyg.) Wir sehen, daß die spontan gemeldeten Fälle in erster Linie im Spätwinter und frühen Frühjahr auftreten. Mit zunehmendem Durchschnittsalter der Bienen im Stock nehmen im allgemeinen die Krankheitsmeldungen zu. Auf die drei

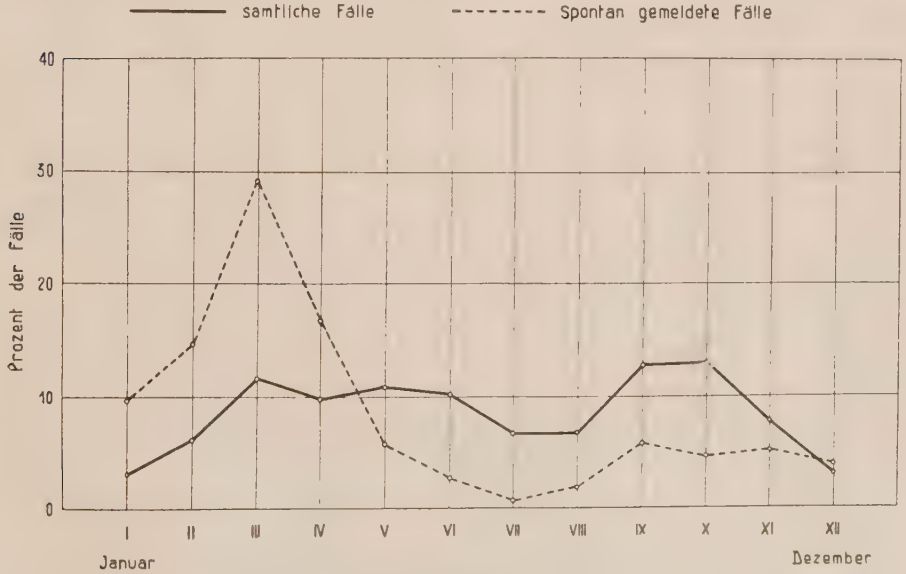


Abb. 7. Die zeitliche Verteilung sämtlicher Milbenbefunde und der spontan gemeldeten Fälle.

Monate Februar, März und April entfallen rund 60% sämtlicher Anzeigen. Es ist deshalb begreiflich, daß die Insel-Wight-Krankheit vor der Entdeckung des Erregers als eine typische Frühjahrskrankheit aufgefaßt wurde. Man stellte sich vor, daß die Milben im enggeschlossenen Winterknäuel der Bienen am leichtesten sich ausbreiten und bisher gesunde Bienen befallen können und daß der augenfällige Ausbruch der Krankheit im Frühjahr die Folge dieser umsichgreifenden Ansteckung während des Winters sei. Durch genauere Untersuchungen des Infektionsverlaufes in einzelnen Völkern ist aber diese Auffassung als irrig erkannt worden.

7. Verlauf der Infektion im einzelnen Volk. Wir hatten Gelegenheit, in einem rund 100 Völker zählenden milbenkranken Versuchsbienenstand in La Rippe bei Nyon (Waadt) die Entwicklung der Milbeninfektion in den einzelnen Völkern durch monatliche Untersuchungen während zweier Jahre zu verfolgen (Morgenthaler 1928, 1929). In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Perepelowa (1930) von der Versuchsstation Tula bei Moskau hat sich dabei herausgestellt, daß die Infektion in einem milbenkranken Volk entgegen der im vorigen Abschnitt erwähnten Vermutung während des Winters nicht zunimmt, sondern stark zurückgeht und im März einen Tiefpunkt erreichen kann. Gegen den Sommer erfolgt dann wieder ein Anstieg. Einige Beispiele mögen dies belegen. Die Angaben für Volk Nr. 58 entnehme ich Perepelowa 1930, Tabelle 2, die Völker Nr. 29 und 94 stammen von La Rippe.

Tabelle 4.

Schwankungen des Infektionsgrades (in Prozent) in einzelnen Bienenvölkern.

Monat	IX %	X %	XI %	XII %	I %	II %	**III** %	IV %	V %	VI %	VII %	VIII %	IX %	X %
Volk 58	10	0	0	10	10	20	**10**	23	20	50	66	22	80	85
Volk 29	—	50	—	60	60	40	**20**	80	100	90	90	50	40	100
Volk 94	—	20	—	50	40	30	**0**	10	30	20	60	60	30	100

Das Märzminimum ist hier deutlich ausgeprägt. Die Ziffer 0 in dieser Tabelle bedeutet natürlich nicht, daß das Volk wirklich milbenfrei war, sondern nur, daß in der betreffenden Probe keine Milben gefunden wurden. Von Volk 94 wurden im März 20 Bienen untersucht, die sämtlich milbenfrei waren. Der Befall könnte also genauer bezeichnet werden mit „weniger als 5%“.

Wie erklärt sich nun der Widerspruch, daß im März prozentual am wenigsten infizierte Bienen gefunden werden, während doch im gleichen Monat am auffallendsten die äußeren Kennzeichen der Krankheit sich zeigen? Die Frage führt uns zu einer Betrachtung der Ursachen, welche die äußerlich auffallenden Krankheitssymptome, d. h. die Flugunfähigkeit der Bienen, hervorrufen. Gleich zu Beginn der Milbenuntersuchungen ist schon von

Rennie und Mitarbeitern festgestellt und seither auch in der Schweiz und anderswo immer wieder bestätigt gefunden worden, daß die Bienen trotz Tracheeninfektion noch lange Zeit wie Gesunde ein- und ausfliegen und alle ihre Aufgaben erfüllen können. Wir unterscheiden mit Rennie (1923) drei Stadien der Infektion. Als Stadium I bezeichnen wir einen Befall durch ein oder einige wenige Weibchen mit einigen Eiern oder Larven, im ganzen höchstens etwa 1 Dutzend Parasiten oder Parasitenstadien. Bei Stadium II sind die Tracheen auf lange Strecken mit Milben in allen Entwicklungsstadien völlig angefüllt, ohne daß aber die Tracheenwand noch geschwärzt erscheint (oder wo sie höchstens vereinzelte schwarze Punkte aufweist). Bei Stadium III ist die Wand der Trachee stellenweise oder ganz braun bis schwarz verfärbt und verkrustet. Die Verfärbung läßt sich an der herauspräparierten Trachee schon von bloßem Auge erkennen. Durch die Bezeichnungen I-II, II-III können Zwischenstadien gekennzeichnet werden.

Im allgemeinen zeigt nun die Biene erst dann Zeichen von Flugunfähigkeit, wenn die Infektion das Stadium II-III oder III erreicht hat. Dies dauert aber normalerweise $1^1/_2$ bis 2 Monate. Bei dem Zustandekommen von Stadium III spielt nicht nur das Alter der Biene eine Rolle, sondern auch die Intensität der Infektion. Wenn, wie wir beobachtet haben, gleich 12 Milbenweibchen auf einmal in eine Trachee eindringen, so wird das Endstadium natürlich rascher erreicht sein, als wenn nur ein Weibchen vorhanden ist. Im allgemeinen aber kann gesagt werden, daß das Stadium III während der Sommermonate nie erreicht wird, weil auch die normalen Bienen dann durchschnittlich nur 4—6 Wochen lang leben, also nicht alt genug werden zur Erreichung des Stadiums III. Fortwährend findet ein Ersatz der älteren, absterbenden Bienen durch schlüpfende Brut statt. So ist es verständlich, daß während des Sommers auch hochgradig infizierte Völker oft absolut keinen kranken Eindruck machen. Im Herbst jedoch hört die Bruttätigkeit der Bienen auf, der Ersatz bleibt aus, und die Herbstbienen müssen den Winter hindurch, also 6—7 Monate lang am Leben bleiben. Nun haben die Milben Zeit, sich in Ruhe zu entwickeln und die Tracheen zu zerstören. Die Bienen scheinen nicht an den direkten Folgen der Infektion zu sterben, sondern sie verlieren nur ihre Flugfähigkeit und sterben dann an Hunger oder Kälte. Locken die ersten warmen Frühlingstage zum Ausflug, so drängen sie hinaus, stürzen aber sogleich zu Boden und bieten so das typische Bild der Insel-Wight-Krankheit. Die jetzt flugunfähigen Bienen waren aber alle schon im Herbst infiziert, damals jedoch nur im Stadium I und II, und deshalb schienen sie äußerlich normal.

Die Fortpflanzung von *Acarapis* ist nicht an eine bestimmte Jahreszeit gebunden. Man findet das ganze Jahr hindurch Eier und Larven, wenn nur geeignete Bienen zur Verfügung stehen.

8. Altersimmunität. Da der prozentuale Infektionsgrad der Völker während des Winters zurückgeht, so muß angenommen werden, daß die im Herbst nicht infizierten Bienen während des Winters nicht angesteckt

werden, trotzdem sie im Winterknäuel im engsten Kontakt mit den kranken Schwestern leben. Diese Beobachtung ließ vermuten, daß die Bienen von einem gewissen Alter an gegen die Milbeninfektion immun seien. Die Vermutung konnte durch eine Reihe von Experimenten bestätigt werden. Wir haben gesunde Bienen verschiedenen Alters in Versuchskästchen und in freifliegenden Völkern (in einem dritten Versuchsbienenstand im Berner Seeland) mit Milbenbienen zusammengebracht und es zeigte sich da bei eine auffallend engbegrenzte zeitliche Empfänglichkeit (1929, 1930). Nachfolgende Tabelle 5 faßt sämtliche Versuche zusammen. Die erste Kolonne bezeichnet das Alter der gesunden Biene im Moment ihres Kontaktes mit Milbenbienen. Als „0 Tage alt" werden Bienen bezeichnet, die am Tage ihres Ausschlüpfens aus der Zelle der Infektion ausgesetzt wurden. „Flugbienen" sind am Flugloch abgefangene, heimkehrende Trachtbienen, die nach den Untersuchungen von Rösch mindestens 15—20 Tage alt sind. Die letzte Kolonne zeigt an, wie viele Versuche mit jeder Altersstufe gemacht wurden und welches Resultat jeder einzelne Versuch ergab. Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen Freilandversuche, die übrigen Kästchenversuche.

Tabelle 5.

Alter Tage	Bienenzahl	Davon infiziert	% infizierte	% der einzelnen Versuche
0	372	325	87	96, 91, **91**, 72, 96, 88, 74, 90, **96**, **91**, 88,
1	143	104	73	**74**, 68,
2	50	27	54	54,
3	144	57	40	35, 41, 40,
4	58	9	16	18, **0**,
5	63	1	2	2,
9	115	4	3	5, 2,
12	18	0	0	0,
13	53	0	0	0, 0,
20	18	0	0	0,
Flugbienen	91	0	0	0, **0**.

Bei den Versuchen mit Bienen von 3 und mehr Tagen wurden (mit einer sogleich zu besprechenden Ausnahme) zugleich auch 0- bis 1tägige Tiere zugesetzt, um zu kontrollieren, ob infektionsfähige Milben vorhanden seien. Die Jungbienen wurden dabei immer infiziert. Bei dieser Versuchsanordnung könnte man einwenden, daß die Resultate nur eine Bevorzugung von Jungbienen durch die Milben beweisen, nicht aber eine eigentliche Immunität der älteren Bienen. Folgender Versuch widerlegt diesen Einwand:

Am 4. August 1930 wurden rund 400 Bienen aus einem zu 90% infizierten Milbenvolk in ein Versuchskästchen gesetzt, dazu kamen je 50 Bienen im Alter von 9 und 13 Tagen aus einem gesunden Volk. Die Untersuchung am 14. August ergab keine

Milben in den 13tägigen Bienen; von den 50 im Alter von 9 Tagen zugesetzten Bienen waren 49 ebenfalls milbenfrei, eine zeigte ein im Tracheeneingang steckendes *Acarapis*-Weibchen und ein in die Trachee abgelegtes Ei, also eine sehr schwache und im Verhältnis zu der 10tägigen Versuchsdauer sehr wenig weit entwickelte Infektion. Dem gleichen Kästchen wurden später 35 frischgeschlüpfte Bienen zugesetzt, wovon 26, also 74% infiziert wurden (10 davon beidseitig). Es fehlte demnach nicht an infektionstüchtigen Milbenweibchen.

Dieser Versuch spricht für eine wirkliche Immunität der älteren Bienen gegen die Milbeninfektion. Die stets negativen Ergebnisse anderer Autoren (z. B. Prell, Freudenstein) bei Infektionsversuchen mit älteren Bienen sowie die Beobachtungen über den Rückgang des Befallsgrades milbenkranker Völker im Winter erheben diese Annahme meiner Ansicht nach zur Gewißheit. Es scheint, daß die Milben auch wenn sie am Verhungern sind, nicht in ältere Bienen eindringen.

Wir sehen aus Tabelle 5, daß nur bei Bienen im Alter von 0 bis 4 Tagen eine einigermaßen richtige Infektion zustande gekommen ist. Bei den 5- und 9tägigen ist zwar auch noch ein sehr gringer Prozentsatz infiziert worden, doch fand ich hier stets nur je ein Milbenweibchen in einer Trachee, während die jüngeren Bienen viel stärker befallen waren. Außerdem schien die Fortpflanzungsfähigkeit der Milben bei den 5- und 9 tägigen Bienen verringert und verlangsamt, indem diese Weibchen gegenüber denjenigen in jüngeren Bienen durchwegs weniger zahlreiche und weniger weit entwickelte Nachkommen hatten. Es handelte sich außerdem bei den drei Versuchen mit 5 und 9 Tage alten Bienen um Experimente im geschlossenen Kästchen, wo die Infektionsmöglichkeiten viel größer sind als im freifliegenden Bienenvolk. Unter normalen Verhältnissen in der Praxis scheint die Infektion spätestens noch bei 4 Tage alten Bienen zustande zu kommen. Wie Tabelle 5 zeigt, verlief sogar der Freilandversuch mit 4tägigen Bienen völlig negativ; doch hat er keine große Beweiskraft, weil bei der Kontrolle nach acht Tagen nur noch 8 Bienen gefunden wurden. Von 50 dem gleichen Volk gleichzeitig zugesetzten frischgeschlüpften Bienen waren nach der gleichen Zeit 45 infiziert, davon 17 beidseitig.

Worauf diese Altersimmunität beruht, ist noch völlig unklar. Sie kann sich nur auf das Eindringen der Milben beziehen, nicht aber auf ihre Entwicklung in den Tracheen. Ist die Infektion einmal zustande gekommen, so entwickeln sich ja die Milben auch in den alten Bienen. Vielleicht wird die Stigmenöffnung bei den älteren Bienen in einer Weise verändert, daß sie den Durchtritt der Milbe nicht mehr gestattet. Doch könnte diese Sperre nur in der einen Richtung wirksam sein, denn die Milben der in den Tracheen ausgebrüteten neuen Generationen müssen ja wieder auswandern können. Wir haben übrigens bei unseren künstlichen Infektionsversuchen nie beobachtet, daß sich etwa die Milben in der Nähe des Stigmas älterer Bienen aufhielten und einzudringen suchten. Es scheint, daß sie auf andere Weise merken, ob eine Biene alt oder jung ist, und daß sie sich für alte von vornherein nicht interessieren.

Die Altersimmunität ist eine für beide Teile sehr zweckmäßige Einrichtung. Würde die Milbe wahllos auch in alte Bienen eindringen, so stürbe sie im Sommer mit ihrem Wirte lange bevor ihre Nachkommen fertig entwickelt sind. Für das Bienenvolk aber bedeutet die Altersimmunität einen wichtigen Schutz im Winter. Ohne sie würde der Parasit in der Wintertraube sämtliche Tiere infizieren und zugrunde richten.

Ein bis jetzt nicht erklärter Widerspruch besteht zwischen unseren hier mitgeteilten Resultaten und denjenigen von Perepelowa (1928), welche Autorin angibt, daß die Bienen in ihren Versuchen erst vom 12. Lebenstage an infiziert worden seien.

9. Übertragbarkeit der Krankheit durch Brut und Waben. Die große Empfänglichkeit frisch geschlüpfter Bienen für die Milbeninfektion führt zu der Frage, ob vielleicht die Bienen schon vor dem Schlüpfen infiziert werden. Wir haben aus einem zu 90% infizierten Bienenvolk 80 schlüpfreife Bienen aus den Wabenzellen entnommen und fanden ihre Tracheen milbenfrei. Das Lumen enthielt oft von der Häutung herrührende Fetzen der Tracheenintima. Der Häutungsvorgang der Tracheen wäre offenbar einer Besiedlung durch die Milben hinderlich.

Daß eine Infektion vor dem Schlüpfen kaum in Frage kommt, geht noch deutlicher aus folgendem Versuch hervor:

Eine Wabe mit Brut in allen Stadien und mit Honig und Pollen wurde am 31. Juli dem gleichen zu 90% infizierten Volke entnommen, sorgfältig von allen geschlüpften Bienen befreit und in geschlossenem Kasten in den Thermostaten zu 30° C gestellt. Es wurden dazu aus einem gesunden Liebefelder-Volk 100 eben geschlüpfte Bienen gegeben (von denen wir aus oben dargelegten Gründen wußten, daß sie als sehr empfängliche Tiere allfällig auf der Wirtssuche herumstreifende Milbenweibchen anziehen würden). Aus der Wabe selbst schlüpfte nach und nach eine große Zahl von Bienen, ebenfalls geeignete Opfer für die Milbeninfektion. Der Versuch wurde am 14. August durch Abtöten sämtlicher Bienen abgebrochen. Wir zählten 1914 Bienen. Sie erwiesen sich sämtlich als milbenfrei. Der Versuch wurde im folgenden Jahre mit einem Milbenvolk anderer Herkunft wiederholt und ergab das gleiche Resultat.

Es ist damit erwiesen, daß nicht nur die schlüpfreife Brut die Krankheit nicht überträgt, sondern daß auch Waben, Honig und Pollen aus hochgradig milbenkranken Völkern nicht ansteckend sind. Die Infektion kam in unseren Versuchskästchen auch nicht zustande, wenn die gesunden Jungbienen von den Milbenbienen durch ein Drahtgitter getrennt waren, trotzdem sich die Bienen durch das Gitter hindurch fütterten. Es scheint demnach, daß nur die lebende Biene die Krankheit überträgt und daß die Infektion nur dann erfolgt, wenn eine lebende, infizierte Biene in engsten Kontakt, Thorax an Thorax, mit einer nur wenige Tage alten Biene gerät. Eine Verschleppung durch Bienengeräte oder durch Hände oder Kleider der Bienenzüchter scheint ausgeschlossen. Als wichtigste Faktoren für die Verbreitung der Krankheit kommen in Betracht 1. (für die Verbreitung von Volk zu Volk auf dem gleichen Stand) das Verfliegen der Bienen, das viel häufiger ist als man früher angenommen hat (Otto

1928, Rauschmayer 1928, Borchert 1927); 2. (für die Verbreitung von Stand zu Stand) das Einfangen von Schwärmen unbekannter Herkunft und der unkontrollierte Bienenhandel.

10. Infektion von Drohnen und Königinnen. Die Drohnen scheinen ungefähr im gleichen Maße infiziert zu werden wie die Arbeitsbienen (Morgenthaler 1928). Da sie im Frühjahr bei fremden Völkern unangefochten Einlaß finden, so bilden sie eine große Gefahr für die Weiterverbreitung der Krankheit. Königinnen milbenkranker Völker findet man oft in starkem Grade infiziert, ebenso oft aber inmitten schwer verseuchter Bienen völlig milbenfrei. Wir vermuten, daß auch hier eine Altersimmunität vorliegt und daß auch die Königin gegen das Eindringen der Milben gefeit ist, wenn sie der Infektion in ihren ersten Lebenstagen entgehen konnte. Es scheint, daß infizierte Königinnen lange Zeit, wahrscheinlich Jahre lang, am Leben bleiben. Da sie nicht mehr auszufliegen brauchen, so stört sie die durch die Milben hervorgerufene Flugunfähigkeit nicht weiter in ihrer Tätigkeit.

11. Milbenbefall und Bruttätigkeit der Bienen. Da für eine Neuinfektion nur frisch geschlüpfte Bienen in Betracht kommen, so könnte bei frühzeitig im Herbst aufhörender Bruttätigkeit der Bienen und spät im Frühjahr wieder beginnender Eierlage die Situation für die Milben kritisch werden. Die Verhältnisse liegen für die Ausbreitung und für den Weiterbestand eines Milbenbefalles in einem Volk um so günstiger, je kürzer die Brutpause ausfällt. Normalerweise stellt eine Bienenkönigin die Eierlage im September oder Oktober ein und nimmt sie im Laufe des Februar wieder auf. In milbenkranken Völkern haben wir nun mehrmals Brut in allen Stadien auch im Dezember und Januar angetroffen. Es scheint, daß der Milbenbefall die Brutpause wesentlich abkürzen kann. Wir stehen hier vor der schon lange bekannten ganz allgemein gültigen Erscheinung, daß jede Störung der Winterruhe und jeder ungünstige Einfluß auf die Bienen im Winter eine größere Unruhe in der Wintertraube hervorruft, wodurch in unabwendbarem Kreislauf immer mehr Wärme im Innern des Überwinterungsknäuels produziert wird. Durch die höhere Wärme wird die Königin vorzeitig zur Eierlage veranlaßt (Phillips 1925, Morgenthaler 1927). Ein Milbenbefall wird ohne Zweifel eine Störung bei der normalen Bildung der Wintertraube bedeuten. So ist also dafür gesorgt, daß den Milben nach einer nicht zu langen Pause wieder empfängliche Wirte zur Verfügung stehen. Das enthebt den Parasiten der Notwendigkeit, jemals in ein Dauerstadium überzugehen. — Es wäre sehr interessant zu untersuchen, welches Mittels sich die Tracheenmilbe der Heuschrecken bedient, um von einer Wirtsgeneration zur anderen zu gelangen.

12. Abnahme der Virulenz? Erworbene Immunität? Viele englische Bienenzüchter glauben, daß die Krankheit seit dem großen Ausbruch zu Beginn des Jahrhunderts wesentlich an Heftigkeit verloren habe.

Die zahlreichen Fälle, wo die Milbeninfektion nur auf Grund der mikroskopischen Untersuchung ohne alle äußeren Anzeichen festgestellt wurde, haben ebenfalls die Auffassung wesentlich gestützt, daß die Seuche meist nicht so gefährlich sei wie ursprünglich angenommen wurde. Auf Grund dieser Beobachtungen hat man auch bestritten, daß das Abtöten kranker Völker oder ihre Behandlung mit Heilmitteln eine zweckmäßige Bekämpfungsmaßnahme sei. Man solle im Gegenteil eine „Durchseuchung" des Bienenbestandes ermöglichen, wodurch man widerstandsfähige Bienenstämme schaffen oder durch Auslese erhalten würde, die ihre Immunität weitervererben könnten. Besonders der um die Erforschung der Insel-Wight-Krankheit hoch verdiente schottische Forscher Anderson vertritt diese Auffassung (1930, 1931). Wir haben bei unseren Untersuchungen niemals den geringsten Anhaltspunkt dafür gefunden, daß eine andere Immunität als die Altersimmunität besteht. Die Schnelligkeit der Ausbreitung der Infektion in einem Volk hängt allerdings von verschiedenen vererbbaren Eigenschaften der Königin und der Bienen ab. So unterscheiden die Imker langlebige und kurzlebige Bienenstämme. Ein starkes Bienenvolk kann seine Volkskraft auf zweierlei verschiedene Weisen erlangt haben. Es kann eine nicht besonders fruchtbare Königin besitzen, die jedoch sehr langlebige Bienen erzeugt, oder aber die Bienen sind nur sehr kurzlebig, aber die aufs äußerste gesteigerte Fruchtbarkeit der Königin vermag den Abgang mehr als nur wett zu machen. Die erste Kolonie zeigt ein viel höheres Durchschnittsalter der Stockinsassen als die zweite und ermöglicht so den Milben die ruhige Vollendung ihres Entwicklungsganges auch im Sommer. Im zweiten Fall jedoch, bei den sehr rasch wechselnden Bienengenerationen, wird die Milbe oft Mühe haben, sich bei ihrer langsamen Entwicklung (siehe unten) im Bienenstock zu halten. Dafür hat sie hier freilich den Vorteil, daß ihr jederzeit eine sehr große Anzahl empfänglicher Jungtiere zur Verfügung steht. Daß die Kurzlebigkeit und der rasche Wechsel der Bienen das eigentliche Problem beim Verlauf der Milbenkrankheit darstellen, ist schon von Rennie (1922) betont worden. Sturges (1931) zieht daraus bemerkenswerte praktische Folgerungen für die Zucht lang- oder kurzlebiger Bienenstämme.

Eine eigentliche Immunität wird aber durch solche Umstände nicht erreicht. Es wird immer von allerlei Zufälligkeiten abhängen, ob die einmal vorhandene Infektion rascher oder langsamer verläuft oder — unter günstigen Umständen — sogar ganz ausgemerzt wird. So scheint die Ausbreitung des Parasiten im Volk sehr begünstigt zu werden, wenn das Volk in der Zeit, da Jungbienen vorhanden sind, zu längerem engem Zusammenschluß gezwungen wird, etwa durch Einschließen in eine Transportkiste beim Versand. Es ist mehrfach beobachtet worden, daß nach einem Transport die Milbeninfektion sich am neuen Standort viel kräftiger zeigte als am Herkunftsort (Morgenthaler 1927). Ebenso zeigen oft (nicht immer) Schwärme einen viel höheren Milbenbefall als das Muttervolk,

was vielleicht ebenfalls auf den engen Zusammenschluß der Bienen in der Schwarmtraube zurückgeführt werden kann.

Gegenüber der Auffassung, daß die Milbenkrankheit jetzt in wesentlich milderer Form auftrete als vor 20 oder 30 Jahren, hat schon *Rennie* (1921) mit Recht eingewendet, daß hier ein Trugschluß vorliege. Vor der Entdeckung des Erregers hat man nur das an den äußeren Symptomen erkennbare Endstadium der Krankheit gekannt. Erst durch den mikroskopischen Nachweis der Milbe lernte man auch die Anfangsstadien kennen und bekam dadurch eine andere Anschauung von der Natur der Krankheit. Sie verläuft nicht immer so rasch und so absolut tödlich wie man anfangs glaubte. Die Verschiedenheit in der Heftigkeit und in der Raschheit des Krankheitsverlaufes ist wohl weniger eine Frage der Virulenzschwankung des Erregers als eine rein quantitative Frage in dem Sinne, daß die Menge der Infektionserreger beim ersten Befall ausschlaggebend ist. Sind anfangs nur einige wenige Bienen befallen und ist der Stock nicht weiterhin einer Ansteckung von außen ausgesetzt, so wird sich die Infektion nur sehr langsam ausbreiten und kann jahrelang äußerlich unbemerkt bleiben. Ist dagegen der Infektionsgrad gleich von Anfang an hoch oder erreicht er in einem anfangs schwach befallenen Volk im Laufe der Zeit eine gewisse Höhe, so gewinnt der Parasit rasch die Oberhand und das Schicksal des Bienenvolkes ist damit entschieden.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß eine Anzahl englischer Bienenzüchter bezweifeln, die Milbeninfektion könne die schweren Verluste beim großen Ausbruch auf der Insel Wight genügend erklären. Es ist tatsächlich schwer zu sagen, inwieweit auch *Nosema* und vielleicht noch andere Krankheiten an der großen Katastrophe mitbeteiligt waren. Es steht aber doch fest, daß die Milbenkrankheit für sich allein sehr wohl imstande ist, solche Verheerungen anzurichten.

13. Entwicklungsdauer der einzelnen Milbenstadien. Geschlechtsverhältnis. Die Sicherheit, mit welcher die Infektion von Jungbienen gelingt, ermöglicht es, gleichsam Milbenkulturen im lebenden Tier anzulegen und so durch regelmäßige Untersuchungen in gewissen Zeitabschnitten die Entwicklungsdauer der einzelnen Milbenstadien festzustellen. Unsere bisherigen Beobachtungen führen uns zu folgenden Ergebnissen:

Schon 24 Stunden nach dem Zusetzen kann man in empfänglichen Jungbienen Milbenweibchen in den Tracheen finden. Dann dauert es aber 3 Tage, bis das erste Ei abgelegt wird. An den folgenden Tagen geht die Eiablage weiter; wir konnten nie mehr als 7 Eier pro Weibchen mit Sicherheit nachweisen, meist sind es 5 oder 6. Nach 3—4 Tagen hat sich aus dem Ei die Larve entwickelt. Nach weiteren 5—6 Tagen, also 11—12 Tage nach der Eiablage, fanden wir die ersten fertig entwickelten Männchen, 2—3 Tage später die ersten Weibchen der neuen Generation.

Über das Zahlenverhältnis von Männchen zu Weibchen hat Morison (1931) die umfassendsten Untersuchungen angestellt. Er fand auf 527 Männchen 1735 Weibchen (= 1 : 3,3). Borchert (1932) fand auf 490 Männchen 818 Weibchen (= 1 : 1,6). Perepelowa (1930) 77 Männchen und 108 Weibchen (= 1 : 1,4). Brügger fand in unserer Anstalt 149 Männchen auf 165 Weibchen (= 1 : 1,1), jedoch machte er mich mit Recht darauf aufmerksam, daß diese Zahlen sehr wechseln, je nach dem Infektionsstadium der Trachee (s. Seite 465). Bei Stadium I findet man lauter Weibchen; bei Stadium III dagegen, wo die Weibchen zum großen Teil schon ausgewandert sind, überwiegen die Männchen.

Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Bienenmilbe reizen zu einer mathematischen Behandlung, wie sie in neuerer Zeit bei vielen Insekten mit so großem Erfolg und mit so reichem Ertrag an neuen Gesichtspunkten durchgeführt worden ist. Als „Widerstand der Umwelt" würden hier weniger klimatische Verhältnisse in Betracht kommen, als vielmehr die biologischen Eigenschaften des Bienenstockes, so vor allem der mehr oder weniger rasche Wechsel der Bienengenerationen im Sommer und die Auswirkungen der Altersimmunität; diese Verhältnisse wären ebenfalls einer mathematischen Betrachtung zugänglich. Doch wird es besser sein, mit einer solchen Behandlung des ganzen Problems zuzuwarten, bis alle Faktoren einmal an einem Fall in allen Einzelheiten studiert worden sind. Man wird dabei auch Rücksicht nehmen müssen auf den Einfluß, den z. B. die *Nosema*-Krankheit auf den Verlauf der Milbenseuche haben kann. Durch *Nosema* wird die Lebensdauer der Bienen meist sehr abgekürzt, wodurch die Ausbreitung der Milbe erschwert wird. Ich glaube, daß das merkwürdig langsame Fortschreiten der Milbeninfektion in gewissen Gegenden (so z. B. im Frutigtal, Berner Oberland) erklärt werden kann durch die dort gleichzeitig stark auftretende *Nosema*-Krankheit.

14. Unsicherheit der mikroskopischen Analysen. Es sei zum Schluß dieses Abschnittes noch hingewiesen auf die Unsicherheit, die allen negativen Untersuchungsergebnissen beim Nachweis der Milbenseuche anhaften. Da meist keine äußeren Symptome vorhanden sind, die uns bei der Probenahme leiten können, so besteht immer die Möglichkeit, daß eine schwache Milbeninfektion übersehen wird, auch wenn wir 100 und mehr Bienen untersuchen; zählt doch ein starkes Bienenvolk mindestens 30- bis 40 000 Tiere. Dieser Übelstand kann erst dadurch einigermaßen behoben werden, daß während mehrerer Jahre regelmäßig wiederholte Untersuchungen an Völkern verseuchter oder verdächtiger Gegenden vorgenommen werden. Die Organisation der Bienenseuchenbekämpfung in der Schweiz ermöglichte uns solche systematischen Untersuchungen. Sie sind übrigens im Tierseuchengesetz vorgeschrieben.

Über die Wahrscheinlichkeit, mit welcher bei verschieden großen Proben der Milbenbefall eines Volkes erkannt werden kann, vgl. Betts (1922).

III. Die äußerliche Bienenmilbe *Acarapis externus* und das Speziesproblem bei *Acarapis*.

Die Entdeckung der Tracheenmilbe lenkte die Aufmerksamkeit auf die Frage nach der Mikrofauna des Bienenstockes. Während die Erforschung der Ameisen- und Termitengäste seit langer Zeit größtes Interesse gefunden hat, ist der Bienenstock in dieser Beziehung etwas vernachlässigt worden. Außer den allbekannten 3 „Bienengästen", nämlich den beiden Wachsmottenarten (*Galleria melonella* und *Achroia grisella)* und der Bienenlaus *(Braula coeca)* waren keinerlei spezifische Einwohner des Bienenstockes unter den Arthropoden bekannt. Über einige frühere Angaben betr. Milben im Bienenstocke siehe von Buttel-Reepen (1920) und Morgenthaler (1922). Wenn ein so weit verbreitetes Tier wie *Acarapis Woodi* trotz der großen Zahl von Forschern, die sich mit dem Bienenvolk beschäftigt haben, der Aufmerksamkeit entgangen war, konnte man da nicht vermuten, daß sich noch andere Kleintiere an die in mancher Hinsicht so verlockenden Verhältnisse im Bienenstock (Wärme, Feuchtigkeit, Überfluß von Nahrung aller Art) angepaßt hätten? Von solchen Überlegungen ausgehend, habe ich im Februar 1922, noch bevor die ersten Milbenfälle in der Schweiz bekannt waren, die toten Winterbienen unseres Anstaltsbienenstandes in der Weise untersucht, daß ich eine Handvoll Bienen in einem Erlenmeyerkolben mit einer Flüssigkeit übergoß, sie tüchtig schüttelte, die Flüssigkeit filtrierte und den Rückstand in Milchsäure unter dem Präpariermikroskop untersuchte. Zum Übergießen der Bienen bediente ich mich der von Oudemans für die Milbenkonservierung empfohlenen Flüssigkeit (174 Teile 70 prozent. Alkohol, 10 Teile Glyzerin, 16 Teile Eisessig). Zu meiner Überraschung fanden sich in 4 von den 8 untersuchten Völkern Weibchen und Männchen einer Milbe, die ich nicht von *Acarapis Woodi* zu unterscheiden vermochte (1922 a). Die Diagnose wurde von mehreren Milbenspezialisten bestätigt. — Die nachfolgend beschriebenen Beobachtungen führten mich dann zur Überzeugung, daß die gefundene Milbe eine neue Art darstellt. Ich habe sie zum Unterschied von *Acarapis Woodi* als *Acarapis externus* bezeichnet (Jahresbericht für 1927).

Weitere Untersuchungen nach dem erwähnten Waschverfahren belehrten uns bald darüber, daß diese Milbe in der Schweiz ganz allgemein verbreitet sei. Kein anderes Tier wurde mit solcher Regelmäßigkeit in den Bienenstöcken gefunden. 1925 und 1926 fand sie Armbruster ebenfalls weit verbreitet in Deutschland und seither ist sie von Borchert und Vitzthum in zahlreichen Fällen aus ganz Deutschland nachgewiesen worden. Mit Vitzthum bin ich der Auffassung, daß sie wohl in jedem Bienenvolk anzutreffen ist, wenn man die genügende Geduld zum Suchen aufwendet. Blattny (brieflich und nach Kitzberger 1925) macht die interessante Mitteilung, daß er *Acarapis* in der Tschechoslowakei lebend

auf Pollenwaben gefunden habe, die seit einem Jahr nicht mehr mit Bienen in Berührung gekommen seien. (Daß es sich wirklich um *Acarapis* handelte, kann ich an Hand eines freundlich übersandten Belegexemplares bestätigen.)

In den übrigen Ländern hat man dieser Frage noch nicht große Aufmerksamkeit geschenkt. Die weite Verbreitung der Außenmilbe geht aber daraus hervor, daß wir sie in unserer Anstalt nachweisen konnten in Bienenproben aus Canada, Chile, Argentinien, Holland, Italien, Polen und Südafrika. Armbruster (1926) fand sie in Honig aus Ecuador. Erst in jüngster Zeit hat sich Morison (1931, 1932), der Nachfolger Rennies in Aberdeen, mit größtem Erfolg der Abklärung dieses Problems angenommen.

Wie war dieses allgemeine Vorkommen einer Milbe, die von dem gefährlichen Krankheitserreger nicht zu unterscheiden war, zu deuten? Anfangs glaubte man vor der gleichen Erscheinung zu stehen, die sich anläßlich der Entdeckung von *Nosema apis* gezeigt hatte. Zander hatte bei Anlaß eines sehr bösartigen Bienensterbens den *Nosema*-Parasiten entdeckt und als gefährlichen Krankheitserreger beschrieben. Mikroskopische Untersuchungen ergaben dann eine allgemeine Verbreitung dieses Protozoons in den Bienenvölkern, ohne daß seine Anwesenheit immer von äußerlich sichtbaren Krankheitserscheinungen begleitet war. Bald stellte sich jedoch heraus, daß die neuen *Acarapis*-Funde anders bewertet werden mußten. Während der *Nosema*-Parasit in den bösartig verlaufenden sowohl wie in den scheinbar harmlosen Fällen immer intrazellulär im Epithel des Mitteldarmes angetroffen wird, wollte es niemals gelingen, bei den Bienenvölkern mit äußerlichem *Acarapis*-Befund Milben in den Tracheen nachzuweisen. Wir haben jahrelang solche Völker unter Beobachtung gehalten und immer wieder Proben untersucht, ohne jemals infizierte Tracheen zu finden. Borchert (1928) hat sich der großen Mühe unterzogen, sämtliche Bienen von Völkern mit reichlichem Außenmilbenbefall auf Tracheeninfektion zu untersuchen, fand aber die Tracheen immer rein. Unsere umfangreiche Statistik hat immer deutlicher erwiesen, daß die Tracheeninfektion auf ganz bestimmte Landesteile im Westen unseres Landes beschränkt ist, während die Außenmilbe auf allen Ständen, im Osten und Westen, auftritt. Niemals ergab sich der geringste Anhaltspunkt dafür, daß etwa die allgemein verbreitete Außenmilbe unter gewissen Umständen in die Tracheen eindringen und so zur „Innenmilbe" werden könnte.

Die Frage nach dem Verhältnis der Außenmilbe zur Tracheenmilbe ist von größter praktischer Bedeutung. Wenn die eine in die andere übergehen kann, so haben bei der allgemeinen Verbreitung der Außenmilbe die radikalen Bekämpfungsmaßnahmen und die gesetzlichen Abwehrvorschriften, wie sie in der Schweiz und anderswo durchgeführt werden, keinen Sinn. Es hat denn auch eine ziemlich umfangreiche Diskussion über diese Frage eingesetzt (Literatur bei Zander, 1929).

Wiesen alle Anzeichen darauf hin, daß die Außenmilbe sich nicht in den Tracheen entwickle, so handelte es sich jetzt vor allem darum, ihren Brutplatz zu finden. Freudenstein (1929) hat aufmerksam gemacht auf den geschützten Vorhof, der sich vor dem vordersten Tracheeneingang befindet und der als Milbenbrutplatz sehr geeignet erscheint. Die von ihm dort gefundenen Milben waren aber offenbar, da es sich um Bienen mit Tracheeninfektion handelte, typische *Acarapis Woodi*. Morison (1931) ist dann die entscheidende Entdeckung geglückt. Er fand *Acarapis*-Milben beiderlei Geschlechts, sowie Eier und Larven in der V-förmigen Grube, die sich zwischen Mesoscutum und Mesoscutellum hinzieht und dort an den Flügelwurzeln vorbei gegen das erste Thoraxstigma (die Eintrittspforte der Tracheenmilbe) verläuft (siehe Abb. 8). Die Eier werden an das Chitin oder an die Bienenhaare fest angeklebt. Nach dem Bekanntwerden der Morisonschen Entdeckung konnten wir auch an unseren Bienen mit Leichtigkeit *Acarapis*-Eier und -Larven an der beschriebenen Stelle finden. Auf der am stärksten infizierten Biene zählte Brügger 2 Eier, 3 Larven, 1 Weibchen und 2 Eihäute. Eier, Eihäute und Larven lagen mit ihrer Längsachse in der Längsachse der Grube und waren schon bei 20facher Vergrößerung unter dem Binokular als eine Kette weißglänzender Punkte zu erkennen. Die Beachtung dieser Thoraxgrube dürfte auch bei andern Hymenopteren neue Entdeckungen über die Biologie insektenbewohnender Milben bringen.

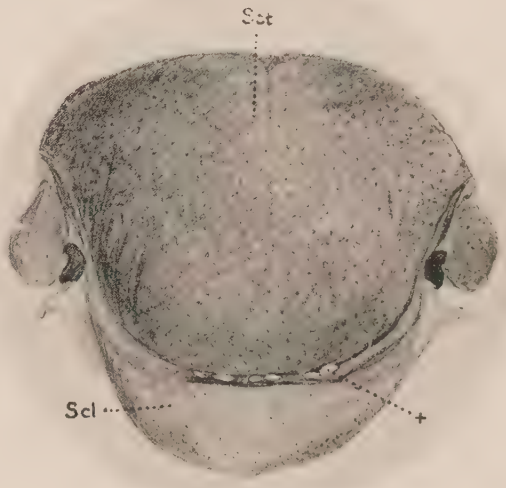


Abb. 8. Von Morison entdeckte Brutstätte von *Acarapis externus* auf dem Thorax der Biene. — Sct = Mesoscutum, Scl = Mesoscutellum, bei + eine Reihe von Milbeneiern und -larven. (Nach einer Zeichnung von Frau A. Jucker, Liebefeld.) Vergr. 14 ×.

Dr. K. Freudenstein, Leiter der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenzucht beim Zoologischen Institut der Universität Marburg hatte die Freundlichkeit, mir brieflich mitzuteilen, daß Homann in seinem Institut eine zweite Brutstätte der Außenmilbe gefunden habe, nämlich in der Halsfurche. Danach scheint es, daß die Milbe nicht an einen bestimmten Brutplatz gebunden ist, sondern einfach solche Stellen aufsucht, die von den Putzorganen der Biene nicht leicht erreicht werden können. Uns

ist es bisher nicht gelungen, Milben oder Milbenstadien in der Halsfurche zu finden.[1])

Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß Jacobson eine Milbe entdeckt hat, die sich auf dem Halsschild von *Apis indica* aufhält (von Buttel-Reepen 1918). Die gleiche Milbe, die von Oudemans (1904) als *Varroa Jacobsoni* beschrieben worden ist, wurde später von Buttel-Reepen (1918) als regelmäßiger Bewohner von Drohnenzellen bei *Apis indica* nachgewiesen.

Durch die Morisonsche und Homansche Entdeckung wird die oft gehörte Behauptung widerlegt, *Acarapis* sei in seinem ganzen Habitus so sehr an das Tracheenleben angepaßt, daß ein längeres Verweilen oder gar eine Entwicklung auf der Körperoberfläche der Biene undenkbar sei.

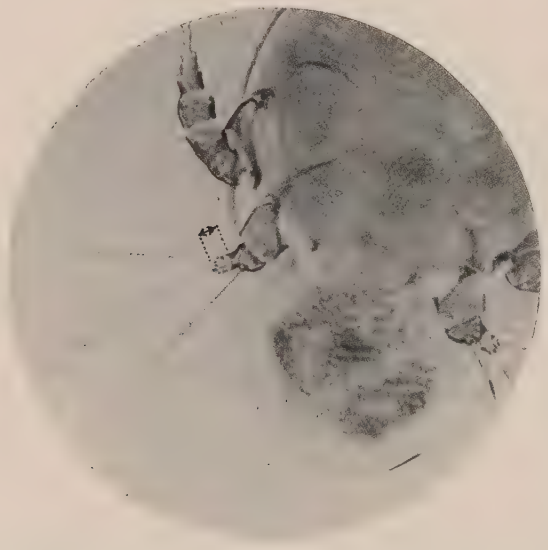


Abb. 9. *Acarapis Woodi,* Hinterende des Weibchens, Beinpaar IV = 7,0 μ lang. Vergr. 500 ×.

Das Auffinden des Brutplatzes der Außenmilbe ist an sich noch kein Beweis, daß Außen- und Innenmilbe zwei verschiedene Arten sind. Das gleiche Tier könnte ja einmal in der Grube am Thorax oder in der Halsfurche seine Eier ablegen, ein andermal für dieses Geschäft die Tracheen aufsuchen. Morison weist mit Recht auf die Lücke in unserer Erkenntnis hin, die darin besteht, daß über die Ernährung der Außenmilbe noch nichts bekannt ist. Sie scheint genau die gleichen stechenden Mundteile zu haben wie die Tracheenmilbe, durchbohrt also vermutlich an einer weichhäutigen Stelle das Integument der Biene, um Blut zu saugen.

Den stärksten Beweis für die Trennung der beiden Arten sehe ich immer noch in dem stets negativen Ausfall der Tracheenuntersuchung bei Völkern mit starkem Außenmilbenbefall und vor allem in der geographischen Beschränkung des gut kontrollierten schweizerischen Ausbreitungsgebietes der Tracheenmilbe. Als biologischer Unterschied kann vielleicht auch das Ankleben der Eier bei der Außenmilbe gewertet werden; die Eier in den Tracheen sind nicht befestigt. Von größtem

[1]) Den Herren Dr. Freudenstein und Homann möchte ich auch hier meinen besten Dank aussprechen für ihre Mitteilung und für die Erlaubnis, davon Gebrauch zu machen.

Interesse mußte aber vor allem die Frage nach etwaigen morphologischen Unterschieden der beiden Arten sein.

Auf der Suche nach morphologischen Unterschieden. Ich verdanke Herrn Professor Silvestri, Direktor des Entomologischen Instituts der Landwirtschaftlichen Hochschule in Portici bei Neapel, die Anregung, die morphologischen Kennzeichen der Innen- und Außenmilbe genau zu vergleichen. Anläßlich eines Studienaufenthaltes in seinem Institut im Winter 1926/27 hatte ich *Acarapis externus* auch im Institutsbienenstand in Portici gefunden. Herr Professor Silvestri äußerte die Vermutung, daß, wenn wirklich zwei verschiedene Arten mit so abweichender Lebensweise vorlägen, auch morphologische Abweichungen festzustellen seien. Besitzt doch ein Tier wie *Acarapis* genügend morphologisch differenzierte Einzelheiten, welche auf die ganz veränderte Lebensweise in irgendeiner Form reagieren könnten. Bei der Anfertigung von Zeichnungen mit dem Zeichenapparat wurden anfangs eine ganze Reihe von morphologischen Unterschieden zwischen Außen- und Innenmilbe gefunden. Aber alle bis auf einen verflüchtigten sich wieder bei Ausdehnung der Untersuchungen auf ein größeres Material. Dieses eine Unterscheidungsmerkmal, das sich mir bis heute (mit der unten besprochenen Einschränkung) immer wieder bestätigt hat, bezieht sich auf die Länge der beiden letzten Beinglieder des IV. Beinpaares beim Weibchen (siehe Abb. 9 und 10).[1])

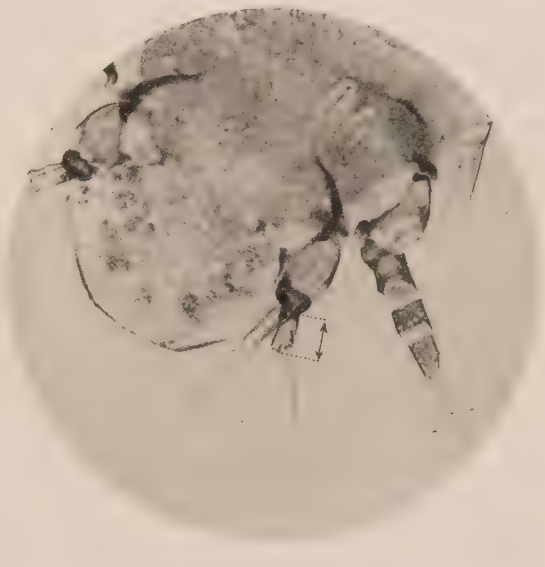


Abb. 10. *Acarapis externus,* Hinterende des Weibchens, Beinpaar IV = 12,5 μ lang. Vergr. 500 ×.

Wir haben 250 Exemplare der Tracheenmilbe und ebensoviele der Außenmilbe gemessen und die Ergebnisse variationsstatistisch verarbeitet. Die Tiere wurden alle von Brügger einzeln auf Objektträger in Faure'sche Flüssigkeit eingeschlossen. Die numerierten Präparate werden in unserer Sammlung aufbewahrt. Bei den Tracheenmilben wurde Wert darauf

[1]) Auf den gleichen Längenunterschied bei einem deutschen und einem südamerikanischen *Acarapis*-Exemplar hat schon Vitzthum (bei Armbruster 1926) aufmerksam gemacht.

gelegt, möglichst viele, auch ausländische Provenienzen zu untersuchen. Sie stammten aus nachfolgenden Ländern:[1])

Anzahl	Herkunft	Übersandt von
20	Sachsen	H. Prell
10	Österreich (Vorarlberg)	Fr. Th. Otto
32	Frankreich (2 Provenienzen)	E. Angelloz-Nicoud
23	England (verschiedene Proven.)	A. D. Betts und G. D. Morison
14	Schottland (2 Provenienzen)	G. D. Morison
10	Irland	G. D. Morison
20	Italien	Favale
20	Rußland (Tula)	Tuenin und Perepelowa
101	Schweiz, 13 Bienenstände aus 6 verschiedenen Kantonen.	
250		

Bei der Außenmilbe haben wir streng darauf geachtet, nur solches Material zu verwenden, das aus sicher milbenseuchefreier Gegend stammte; denn es ist einleuchtend, daß für diese Untersuchungen Bienen mit Tracheeninfektion nicht tauglich wären, da man ja bei dem beschriebenen Waschverfahren im unklaren gewesen wäre, ob man typische Außenmilben oder zufällig sich außen am Bienenkörper aufhaltende Tracheenmilben vor sich habe. Unser Material von Außenmilben stammte von 31 Bienenständen in 8 deutsch-schweizerischen Kantonen; der Liebefelder Anstaltsbienenstand lieferte für die Messungen 69 Tiere aus 8 verschiedenen Völkern.

Wie die Photographien zeigen (Abb. 9 und 10) wurde vom Beginn des zweitletzten Tarsengliedes, das meist vom vorangehenden breiteren Glied deutlich abgesetzt ist, dem äußeren Rand entlang gemessen bis zur äußersten Spitze des Beines. Die Messungen erfolgten mit Ölimmersion Zeiß, Apochromat 120 und Okular 7, also bei 840facher Vergrößerung. Es wurden nur Präparate verwendet, bei denen durch gleichzeitige scharfe Sichtbarkeit des Anfangs- und Endteils des zu messenden Stückes die Garantie vorlag, daß sich das Bein in horizontaler Lage befand.

Durch Messung, Umrechnung in μ und Einteilung in Klassen (wobei z. B. die Klasse 6—7 alle Werte zwischen 6,0 und 6,9 μ umfaßt) ergab sich folgendes Bild für die Variabilität:

Tabelle 6.

Variabilität der Länge von Bein IV bei *Acarapis Woodi* und *Ac. externus*. Je 250 Exemplare.

	Klasse	6	7	8	9	10	11	12	13	14 μ
Anzahl	*Ac. Woodi* . . .	17	157	73	3	0	0	0	0	
„	*Ac. externus* . .	2	19	26	17	34	69	78	5	

Man erkennt aus dieser Tabelle und noch besser aus der graphischen Darstellung Abb. 11 (die ich ebenfalls Herrn Fyg verdanke), daß die Endglieder von Beinpaar IV der Tracheenmilbe durchschnittlich kleiner

[1]) Ich möchte auch hier den ausländischen Kollegen, die mir Material gesandt haben, bestens danken.

sind und weniger variieren als diejenigen der Außenmilbe. Letztere gehen zwar mit ihren untersten Werten bis zu den niedrigsten der Tracheenmilbe, doch zeigt die Mehrzahl der Außenmilben einen Wert, der deutlich über den höchsten der Tracheenmilbe liegt.

Der Mittelwert mit Standardabweichung oder Streuung wurde nach Johannsen (1913) berechnet, ebenso der Variationskoeffizient, der die Standardabweichung in Prozenten des Mittelwertes ausdrückt und so ein sehr anschauliches relatives Maß der Variabilität darstellt. Wir bekommen so für die Tracheenmilbe den Mittelwert 7,75, die Standardabweichung

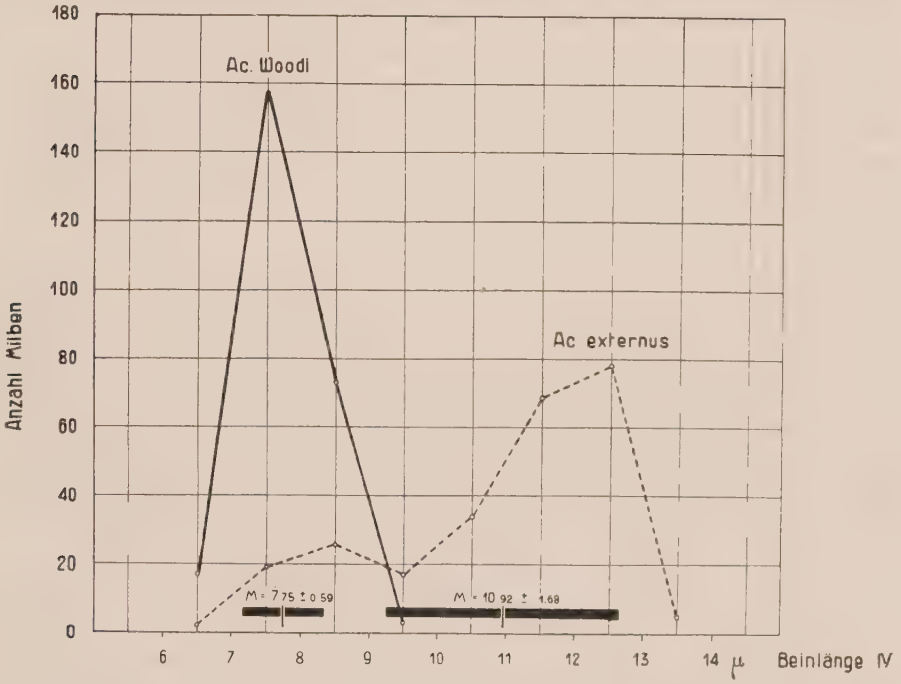


Abb. 11. Variabilität von Beinpaar IV bei *Acarapis Woodi* und *Acarapis externus*. Die dicken Horizontallinien geben die „typischen Werte" an (= Mittelwerte mit Standardabweichung).

$\pm 0{,}59$ und daraus berechnet die „typischen Werte" 7,16—8,34 μ. Sie sind in Abb. 11 ebenfalls eingezeichnet. Der Variationskoeffizient beträgt 7,58. Für *Acarapis externus* bekommen wir entsprechend folgende Werte: Mittelwert $= 10{,}92\ \mu$, Standardabweichung $\pm 1{,}68$, daraus die typischen Werte 9,24—12,60. Der Variationskoeffizient ist mehr als doppelt so groß als bei *Acarapis Woodi*, nämlich 15,37.

Zur leichteren Kontrolle seien einige Zahlen aus der Berechnung der genannten Werte für die Außenmilbe angegeben. Aus Tabelle 6 nehmen wir den vorläufigen Mittelwert $A = 11{,}5$ an. Um den wahren Mittelwert M zu bekommen, muß man zu A die Größe $b = \frac{\Sigma\, pa}{n}$ addieren. Mit a wird für die einzelnen Klassen die Größe der Abweichung von A (in Klassenspielräumen) angegeben, mit p die Anzahl der $\pm$-Abweichungen

von A, mit n die Anzahl der untersuchten Exemplare. Es ergibt sich daraus $b = \frac{\Sigma\, pa}{n} = \frac{-144}{250} = -0{,}58$. Der wahre Mittelwert $= A + b$ ist demnach $11{,}5 - 0{,}58 = 10{,}92$. Die Standardabweichung berechnet nach der Formel $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\, pa^2}{n} - b^2}$ ergibt 1,68 (abgerundet) und der Variationskoeffizient $100\ \sigma : M = 15{,}37$.

Unser Material ergibt also für *Acarapis externus* einen um 3,17 μ höheren Wert für die Beinlänge IV gegenüber *Acarapis Woodi*. Die typischen Werte überschneiden sich nicht. Auffallend ist die viel größere Variabilität und die Andeutung einer zweigipfligen Kurve bei der Außenmilbe.

Bevor wir nun auf die weitere Diskussion dieser Zahlen eingehen, müssen die Angaben über Messungen des fraglichen Beinabschnittes an ausländischen Milben berücksichtigt werden. Wir selbst haben in Bienen aus Kanada, die nach dem Waschverfahren behandelt wurden, eine Anzahl Außenmilben gefunden (1926), deren Beinlänge IV durchweg unter 9 μ blieb, während die Außenmilben aus Portici mit 12—13 μ zu den längsten von uns gefundenen gehören. Wie oben schon bemerkt, haben wir ausländische Provenienzen für die Messung von Außenmilben nicht berücksichtigt, weil wir zu wenig orientiert waren über das mögliche Vorhandensein der Milbenkrankheit in diesen Ländern. Nun teilt aber auch Morison (1932) mit, daß er bei 56 Weibchen von Außenmilben aus der V-förmigen Grube am Thorax keine Unterschiede in der Beinlänge gegenüber den typischen kurzbeinigen *Woodi*-Weibchen feststellen konnte. Himmer (1929) fand bei Außenmilben, nach dem Waschverfahren aus Völkern des Erlanger Bienengartens gewonnen, eine Schwankung in der Länge von Bein IV von 6,5—13,6 μ. In besonders ausführlicher Weise hat sich in jüngster Zeit Borchert (1932) mit dieser Frage beschäftigt. Da er zu abweichenden Schlußfolgerungen kommt, so sei seine Arbeit hier etwas eingehender diskutiert. Wenn ich mich Borcherts Deutung der Ergebnisse nicht durchweg anschließen kann, so halte ich seine beigebrachten Zahlen doch für eine sehr dankenswerte Bereicherung des Tatsachenmaterials, das ja für solche variationsstatistische Untersuchungen nie zu groß sein kann.

Bei Betrachtung der Borchertschen Resultate läßt man meines Erachtens die Gruppe „Außenmilben milbenseuchekranker Völker“ ganz beiseite, da man ja nicht weiß, ob hier die mit dem Waschverfahren gewonnenen Tiere wirkliche Außenmilben oder nur vorübergehend sich auf der Körperoberfläche aufhaltende Tracheenmilben sind. Die fast vollständige Übereinstimmung der Masse von solchen „Außenmilben“ mit denjenigen von Innenmilben in Borcherts Abb. 6 läßt wohl keinen Zweifel darüber, daß hier als Außenmilben hauptsächlich wandernde Innenmilben gemessen worden sind.

Zum besseren Vergleich mit unseren Zahlen ordne ich die in Borcherts Tabelle 1 aufgeführten Längenmaße für Bein IV in die gleichen Klassen ein, wie sie unsere Tabelle 6 (S. 478) zeigt. Dabei verteile ich die Borchertschen Größenklassen 6,9—7,1; 10,9—11,1; 11,8 bis 12,1 je zur Hälfte in meine nächst untere und nächst obere Klasse. Es ergibt sich dann folgendes Bild:

Tabelle 7.

Variabilität von Bein IV beim Borchertschen Material.
762 Innenmilben *(Woodi)*, 527 Außenmilben *(externus)*.

Klasse	5	6	7	8	9	10	11	12	13 μ
Anzahl *Woodi*	20	74	527	97	40	3	1	0	
„ *externus* . . .	9	24	196	81	101	46	50	20	

Es ergibt sich daraus bei der Verarbeitung nach Johannsen für *Acarapis Woodi* ein Mittelwert mit Standardabweichung von $7{,}60 \pm 0{,}77$ μ und ein Variationskoeffizient von 10,07. Die typischen Werte betragen demnach 6,83—8,33 μ, kommen also den an unserem Material gefundenen (7,16—8,34 μ) sehr nahe.

Unter den 762 „Innenweibchen" Borcherts nimmt eines insofern eine merkwürdige Ausnahmestellung ein, als seine Beinlänge IV 10,9—11.1 μ mißt. Drei weitere stellt Borchert in die Klasse 10,0—10,2 μ; alle übrigen liegen unter 10 μ. Bei unseren Tracheenmilben erreichten die Werte nie 10 μ.

Bei *Acarapis externus* ergibt sich für das Borchertsche Material ein Mittelwert von $8{,}79 \pm 1{,}62$ μ und ein Variationskoeffizient von 18,43. Die typischen Werte betragen 7,17—10,41 μ. Borcherts Außenmilben zeigen also gegenüber den unsrigen einen kleineren Mittelwert (8,79 gegen 10,92 μ) und eine größere Variabilität.

Wie bei unseren Außenmilben finden wir auch bei den Borchertschen eine Zweigipfligkeit der Variationskurve (s. Tabelle 7), was auf ein nicht homogenes Material hinweist. Tatsächlich ergibt sich nun bei näherem Zusehen, daß die Beinlänge der Außenmilben je nach Herkunft der Bienenvölker sehr schwankt, daß aber bei ein und demselben Volke die Werte viel konstanter sind, so daß man Provenienzen mit langbeinigen und solche mit kurzbeinigen Außenmilben unterscheiden kann. Unser eigenes Material gibt uns darüber schon deutlichen Aufschluß, obschon wir für unsere vorliegende Untersuchung nicht sehr viel Exemplare aus den einzelnen Völkern gemessen haben, weil es uns mehr darauf ankam, Außenmilben von möglichst verschiedener Herkunft (aus sicher seuchenfreiem Gebiet) zu bekommen. Einzelne Völker gaben uns einen Durchschnittswert von 7,8 μ, andere von 12 μ. Der langbeinige Typus scheint in der Schweiz vorzuherrschen. Bei Borchert zeigen die 116 Außenmilben von Oldenburg eine durchschnittliche Beinlänge von über 11 μ, die 395 Dahlemer Außenmilben eine solche von 7—8 μ. Auf die Unterschiede zwischen den Milben aus Kanada und Italien habe ich schon oben hingewiesen (S. 480).

Diese Befunde führen mich mit Morison (1932) zum Schluß, daß man bei *Acarapis* drei verschiedene Arten (oder Rassen?) unterscheiden muß: 1. Den tracheen-bewohnenden *Acarapis Woodi* mit stets kurzen Hinterbeinen, 2. den in der Mesothoraxgrube (und vielleicht an anderen Stellen der Körperoberfläche) brütenden *Acarapis externus*, dessen Hinterbeine durchschnittlich mindestens 3 μ länger sind als diejenigen von *Acarapis Woodi*, 3. einen ebenfalls auf der Körperoberfläche der Biene brütenden *Acarapis* mit kurzen Hinterbeinen.

Auch beim langbeinigen Typus findet man gelegentlich einige ganz kurzbeinige Exemplare. Der umgekehrte Fall ist uns nie vorgekommen. Insbesondere schwanken die Maße für die Tracheenmilben in verhältnismäßig engen Grenzen. — Borchert hat an seinem Dahlemer Material festgestellt, daß die Länge der Beinglieder bei Außenmilben in ein und demselben Bienenstand von Jahr zu Jahr wechselten. Dieser Befund darf meines Erachtens nicht als Beweis dafür angesehen werden, daß die Maße für die einzelnen *Acarapis*-Rassen jährlichen Schwankungen unterworfen seien; denn es kommt nach unseren Beobachtungen vor, daß auf dem gleichen Bienenstand die langbeinige und die kurzbeinige Außenmilbenrasse anzutreffen ist. — Wir kennen seit Jahren einige Bienenvölker, die uns immer unverändert mit langbeinigen Prachtsexemplaren versorgen.

Die Körperlänge von Innen- und Außenmilben ist von Borchert vergleichend gemessen worden. Er kommt zum Ergebnis, daß sich die Außenmilben (Männchen und Weibchen) durch ein längeres Körpermaß vor den Tracheenmilben auszeichnen. Wir hätten hier also ein neues Unterscheidungsmerkmal der beiden Arten, das — wenn es sich bestätigt — nicht weniger ins Gewicht fällt, als der Längenunterschied der Hinterbeine. Jedoch erscheint die Körperlänge bei *Acarapis* nicht geeignet zu variationsstatistischen Untersuchungen. Die gleichen Gründe, die Borchert abgehalten haben, die Körperbreite zu den Messungen heranzuziehen — nämlich die Dehnbarkeit des chitinösen Milbenkörpers bei Trächtigkeit der Weibchen oder bei künstlichem Druck durch Deckgläschen — scheinen mir auch gegen eine Brauchbarkeit der Körperlängenmaße zu sprechen.

Borchert untersucht ferner das Verhältnis von Körperlänge zu Beinlänge IV bei Innen- und Außenmilben. Diese Untersuchung hat mit der Frage nach morphologischen Unterschieden zwischen Innen- und Außenmilben nichts direkt zu tun, denn auch wenn Körper- und Beinlänge bei Außenmilben im gleichen Verhältnis größer sind als bei Innenmilben, so ist eben doch ein morphologischer Unterschied da. Die Hauptsache ist, daß irgend ein Organ oder Körperabschnitt gefunden wird, dessen durchschnittliche Größe bei der einen Milbenart abweicht von derjenigen bei der anderen Art. Die Borchertsche Fragestellung ist aber insofern sehr interessant, als sie zu phylogenetischen Betrachtungen über *Acarapis* führen kann. Bei den Tarsonemiden kann man die Arten in eine Reihe mit fortschreitender Verkürzung von Beinpaar IV ordnen; bei der Heuschreckenmilbe *Locustacarus* ist diese Reduktion bis zum vollständigen Verlust des vierten Beinpaares vorgeschritten. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, und wenn die Messungen eine von der Körperlänge unabhängige Verkürzung des Beines bei der einen Milbenrasse ergeben, müßte man wohl den langbeinigen *Acarapis* als die Stammform ansehen, aus dem sich der kurzbeinige entwickelt hat. Wegen der erwähnten Schwierigkeiten bei der Körpermessung und auch weil in Zukunft die beiden Rassen der Außenmilben für die Beinlängen getrennt untersucht werden müssen, halte ich die Frage nach dem Verhältnis von Körperlänge zu Beinlänge noch nicht für entschieden. Man dürfte dann wohl auch nicht (wie Borchert es auf S. 356 tut) einfach die Durchschnittswerte der Körperlängen zu den Durchschnittswerten der Beinlängen in Beziehung setzen, sondern müßte das Verhältnis von Körperlänge zu Beinlänge für jedes einzelne Tier angeben und daraus den Korrelationskoeffizienten berechnen.

Die oben erwähnte praktische Wichtigkeit des Problems der Außenmilbe mag die vorstehende etwas ausführliche Behandlung rechtfertigen. Es sei hier aber noch kurz hingewiesen auf die Bedeutung, welche die Fortsetzung dieser Untersuchungen auch für allgemeine biologische Fragen haben kann. Die *Acarapis*-Milbe scheint ein dankbares Studienobjekt zu sein für Untersuchungen über das Speziesproblem und über die Abgrenzung und Entstehung von Arten und Rassen. Besonders reizvoll ist der Umstand, daß hier die Aufspaltung nicht wie bei den meisten übrigen biologischen Arten durch verschiedene Wirtswahl oder durch geographische Isolierung erfolgt, sondern daß auf dem gleichen Wirt und in engster räumlicher Gemeinschaft sich verschiedene Parasitenrassen ausbilden. Dieser Wirt ist die Honigbiene, das verbreitetste Insekt; und da auch die Außenmilbe ganz allgemein verbreitet zu sein scheint, so wird es hoffentlich bald gelingen, ihre Biologie, vor allem ihre Ernährungsweise und damit auch ihre Rolle im Bienenstock klarzulegen.

IV. Die Heilmittelfrage.

Der Sitz des Parasiten im Tracheensystem der Biene ließ es zum vornherein unwahrscheinlich erscheinen, daß der Milbe mit chemischen Mitteln leicht beizukommen sei. Auch die Überlegung, daß Wirt und Parasit als Angehörige des Arthropodenstammes in vielen strukturellen und physiologischen Eigenschaften übereinstimmen, verminderte die Hoffnung, daß man so bald ein Mittel finden werde, das die Milben töten, den Bienen aber nicht schaden würde. Es ist nicht die geringste der Überraschungen, welche die Milbenkrankheit gebracht hat, daß wir jetzt schon mindestens ein solches Mittel kennen, das alle Parasitenstadien in den Tracheen gründlich abtötet, die Biene aber am Leben läßt.

Rennie (1927) hat schon umfangreiche Versuche zur Heilmittelfrage angestellt und Vorschläge für die Behandlung gemacht; doch war es ihm nicht vergönnt, die Versuche zu Ende zu führen. Daneben brachten die Bienenzeitungen eine große Zahl von Rezepten und Beobachtungen von praktischen Imkern über die heilende Wirkung von allerhand Stoffen. Im folgenden sei in aller Kürze nur von denjenigen Mitteln die Rede, die sich bei uns in vergleichenden Experimenten auf den Versuchsbienenständen und in nunmehr dreijähriger Anwendung in der Praxis bewährt haben.

Da ist vor allem das Mittel zu nennen, das Frow im Jahre 1927 zuerst beschrieben und seither in zahlreichen Artikeln im „British Bee Journal“ weiter erörtert hat. Um seine praktische Anwendung haben sich u. a. Howorth (1930) und Illingworth (1928, 1929) sehr verdient gemacht. Die Erfahrungen in der Schweiz sind von mir kurz zusammengefaßt worden (1929, 1931).

Das Frowsche Mittel besteht aus 2 Volumteilen Benzin (Gasolin), 2 Teilen Nitrobenzol und 1 Teil Safrol. Es wird auf eine Filz- oder

Kartonunterlage geträufelt und diese unter die Waben im bevölkerten Bienenstock geschoben, so daß sich die ganze Wohnung mit den entstehenden Gasen füllt. Die Behandlung erfolgt am besten im Spätherbst, wenn die Bienen infoge des kühlen Wetters nicht mehr ausfliegen, sich aber noch nicht zur festen Wintertraube zusammengezogen haben. Die Dosierung ist noch etwas umstritten. Sie wird sich natürlich nach der Größe der Bienenwohnung richten müssen; es scheint aber, daß sie innerhalb gewisser Grenzen nicht allzu ängstlich abgestuft zu werden braucht. Wir haben mit der gleichen Menge gute Erfolge gehabt sowohl im sogenannten Schweizerkasten, wo der Raum nach der Einwinterung 30 bis 40 l faßt, wie im Dadantkasten mit 50—60 l Rauminhalt. Je 2 ccm Frowsche Flüssigkeit wurden an 7 aufeinanderfolgenden Tagen auf die Filzunterlage gegeben; diese blieb bis zum 10. Tage im Stock. Häufig wurde auch nur eine 2 malige Dosis von je 5 ccm mit 3 Tagen Intervall gegeben, meist mit ebenso gutem Erfolg. Gelegentlich haben auch die Bienen stark unter der Behandlung gelitten; es scheint, daß sich nicht alle Bienenstämme gleich verhalten gegenüber der Frowbehandlung, ferner ist für den Erfolg sehr wichtig, daß die Völker richtig eingewintert worden sind. Eine große Gefahr besteht auch darin, daß die Völker während der Behandlung, offenbar in einer Art von Betäubung, fremden Bienen den Eintritt nicht verwehren, so daß oft eine allgemeine Räuberei ausbricht. Es ist hier nicht der Ort, darzulegen, wie alle diese Nachteile verhütet werden können. Der Hinweis mag genügen, daß die Fachleute sie leicht auszuschalten vermögen. In höchstem Grade überraschend bleibt die Tatsache, daß das Frowsche Mittel in so geringer Dosis eine so durchschlagende Giftwirkung auf alle Milbenstadien in den Tracheen ausübt. — Nach Morison (1931 b) wird auch die Außenmilbe samt Larven und Eiern durch die Frowbehandlung getötet.

Von andern Heilmitteln verdient vor allem das Methylsalicylat (Wintergrünöl) größte Beachtung. Rennie hat es schon empfohlen, zwar nicht wegen seiner milbentötenden Wirkung. Er stellte sich vor, daß die auf der Suche nach neuen Wirtstieren herumwandernden Milbenweibchen geleitet werden durch einen aus der Bienentrachee ausströmenden Geruch. Durch das Methylsalicylat suchte er diesen Geruch zu übertäuben und so die Milbe ihres Kompasses zu berauben. Um den weiteren Ausbau dieses Verfahrens hat sich Angelloz (1930, 1932) sehr verdient gemacht. Dabei hat sich herausgestellt (was wir in eigenen Versuchen bestätigen konnten), daß auch das Methylsalicylat eine direkt abtötende Wirkung auf die Milben hat. Das Mittel ist in der Praxis noch nicht in so großem Umfang erprobt worden wie die Frowsche Mischung, doch sind die bisherigen Erfolge sehr vielversprechend. Für die Bienen scheint es weniger giftig zu sein als das Frowsche Mittel, auch begünstigt es nicht die Räuberei. Da es weniger leicht verdunstet, so kann es nicht in der kalten Jahreszeit angewendet werden. (Übrigens spielt die Temperatur auch beim Frowschen

Mittel eine Rolle, deshalb empfiehlt Frow jetzt, die Flüssigkeit im Herbst und Winter über den Waben zu geben, wo die Temperatur gleichmäßiger ist als am Kastenboden.)

Die Anwendung des Methylsalicylates geschieht nach Angelloz in der Weise, daß entweder eine Flasche mit breiter Öffnung, mit dem Öl gefüllt, für einige Wochen in den Bienenstock gestellt wird; in die Öffnung wird zur Erleichterung der Verdunstung ein Docht gesteckt. Oder aber man gießt 2 Kaffeelöffel voll des Mittels auf eine Filzunterlage und schiebt sie in den Stock; die Behandlung wird alle 3—4 Tage wiederholt, die Dosis wenn nötig erhöht, so daß das ganze Stockinnere ständig vom Geruch des Mittels erfüllt ist.

Schließlich sei hier noch hingewiesen auf die guten Erfolge, die auch mit Schwefelpräparaten erhalten worden sind. In Anlehnung an Rennie sind wir bei unseren Versuchen wie folgt vorgegangen: Wellkarton wird in Streifen geschnitten, so daß diese aufgerollt in die Rauchmaschine passen. Sodann werden 150 g Kalisalpeter in einem halben Liter Wasser gelöst, die Papierstreifen darin tüchtig gebadet und dann trocknen gelassen. Hierauf löst man einen Überschuß von Schwefelblumen in Schwefelkohlenstoff (etwa im Verhältnis 1 : 2), badet hierin die mit Salpeter vorbehandelten Papierstreifen ein zweites Mal und läßt wiederum trocknen. Das fertige Papier wird in der Rauchmaschine angezündet, und es werden nun an allen milden Spätherbst- und Wintertagen, wenn die Bienen nicht zur Wintertraube geschlossen sind, je 3 tüchtige Stöße der entstehenden Gase zum Flugloch hinein oder von oben gegeben. Die Behandlung sollte bis zum Frühjahr 10—15 mal erfolgen können.

Bei der Verbrennung dieses Papiers entsteht neben Schwefeldioxyd wohl auch dampfförmiger Schwefel. Nach Goodwin und Martin (1928/29), welche die Wirkung von Schwefel auf verschiedene Pilze und Milben ausprobiert haben, ist verdampfter Schwefel wirksamer als Schwefeldioxyd. Sollte letzteres bei der Bekämpfung der Bienenmilbe doch wirksam sein, so dürfte die von Borchert (1932) empfohlene Anwendung von Sulfoliquid dem oben beschriebenen Schwefelpapier vorzuziehen sein.

Die genannten Bekämpfungsmittel sind alle rein empirisch gefunden worden. Genaueres über die Art ihrer Wirkung ist nicht bekannt. Erstaunlich ist die Empfindlichkeit der Milben gegen die minimen Mengen der genannten (und wahrscheinlich noch einer Reihe anderer) Mittel. Vermutlich spielt hier die gleiche Erscheinung eine Rolle, auf welche kürzlich Stäger (1931) aufmerksam gemacht hat. Er fand, daß eine ganze Reihe von — meist ihres Wohlgeruchs wegen beliebten — Pflanzen durch ihre Duftstoffe eine ungeahnte tödliche Wirkung auf Ameisen ausüben. Es sei in diesem Zusammenhange auch hingewiesen auf den schädlichen Einfluß, den blühende Linden in gewissen Gegenden und in gewissen Jahren auf die Bienen haben; der Boden unter ihnen ist oft mit Bienen-

leichen übersät. Auch auf Umbelliferendolden findet man nicht selten betäubte und tote Bienen und andere Insekten. Stäger hat wohl recht, wenn er sagt, daß wir hier vor einem neuen Forschungsgebiet stehen.

Für die schweizerischen Bienenzüchter bedeuten die Erfolge der Heilmittelbehandlung eine Befreiung von schwerer Sorge. Zum Schutz der noch seuchenfreien Gebiete war hier der Kampf gegen die Krankheit besonders radikal geführt worden; anfangs wußte man sich aber nicht anders zu helfen als durch Vernichtung der angesteckten Bienenvölker und Bienenstände. Diese Art der Bekämpfung war unhaltbar geworden, nicht zuletzt wegen der finanziellen Folgen. Durch Verfügung des Eidgenössischen Veterinäramtes ist die Heilmittelbehandlung jetzt amtlich eingeführt worden.

V. Zusammenfassung.

1. Die Milbenkrankheit der Honigbiene, hervorgerufen durch die in die Brusttracheen eindringende Milbe *Acarapis Woodi*, bietet vom wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Standpunkt aus so viele Besonderheiten, daß ihre weitere Erforschung von allgemeinem Interesse ist. Es wäre vor allem wünschenswert, über ihre Verbreitung in den verschiedenen Ländern genauere Untersuchungen anzustellen.

2. Die Seuche kann in einem Lande vorhanden sein, auch ohne daß es dort bisher zu einem katastrophalen Massensterben von Bienen gekommen ist. Übertragung und Verlauf sind von so mannigfachen Umständen abhängig, daß die Krankheit äußerlich in sehr verschiedener Weise sich zeigen kann. Die Eigenart des Problems beruht auf dem Umstand, daß ein Parasit mit nicht sehr rascher Fortpflanzung und nicht sehr reichlicher Nachkommenschaft Fuß zu fassen sucht in einem Insektenstaat, dessen Glieder sehr kurzlebig und in raschem Wechsel begriffen sind. Dazu erschwert die ausgesprochene Alters-Immunität der Bienen dem Parasiten sein Fortkommen.

3. Eine zweite *Acarapis*-Art lebt auf der Körperoberfläche der Bienen, ohne jemals in die Tracheen einzudringen. Sie wird als biologische Art (*Acarapis externus*) von *Acarapis Woodi* abgetrennt. Ihr Brutplatz ist, wie Morison nachgewiesen hat (ausschließlich?), die zwischen Mesoscutum und Mesoscutellum liegende Grube. Sie scheint in 2 Rassen aufzutreten, von denen die eine durch eine größere Länge des IV. Beinpaares von der andern und von der Tracheenmilbe abweicht. Die Ernährungsweise der Außenmilbe ist noch unbekannt.

4. Durch verschiedene Dämpfe und Gase gelingt es, die Milben in den Tracheen (wie auch die Außenmilbe) abzutöten, ohne daß die Bienen Schaden leiden.

VI. Literatur.

Abkürzungen: AfB = Archiv für Bienenkunde. BW = Bee World.
SBZ = Schweizerische Bienenzeitung, Neue Folge.

Anderson, J. 1916, The connection of Nosema apis and Isle of Wight Disease in Hive Bees. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh 20, 16–22. — 1930, Isle of Wight Disease in Bees. BW 11, 37—42, 50—53. — 1931a, Isle of Wight Disease in Hive Bees. BW 12, 58—59, 69. — 1931b, Immunity BW 12, 85—86.

— — und Rennie, J. 1916, Observations and experiments bearing on „Isle of Wight Disease" in Hive Bees. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh 20, 23—60.

Angelloz, E. 1929a, Les maladies des abeilles et la micrographie apiaire, Paris, 175 S. — 1929b, Experiments in the treatment of Acarine disease. BW 10, 12—14. — 1930, L'acariose est vaincue. Apiculteur 74, 10—14. — 1931, Les maladies des abeilles en France, analyses et recherches en 1930. Le Rucher de France 4, 573 bis 575. — 1932, Traitement de l'acariose. Bull. Soc. Rom. Apic. 29, 43—45.

Armbruster, L. 1925, Aus dem Institut für Bienenkunde in Berlin. Bienenvater 57, 91. — 1926, Zur Acarapisfrage. AfB 7, 313—327.

Baldensperger, Ph. J. 1925, L'apiculture méditerranéenne. Nizza. 96 S.

Betts, Annie D. 1922, The examination of Bees for disease. BW 3, 298—299. — 1923, Practical Bee Anatomy, Benson, 88 S. — 1924a, The first spiracle. BW 6, 81—82. — 1924b, Translator's note. BW 5, 120. — 1930, Dissecting for Acarine Diagnosis. BW 11, 29—30.

Borchert, A. 1929, Untersuchungen über das Vorkommen des *Acarapis Woodi* bei gesunden Bienenvölkern. Bienenvater 61, 192—196, 209—211. — 1932, Untersuchungen an der Acarapismilbe. Zeitschr. Parasitenk. 4, 331—368.

Bullamore, G. W. 1922, Nosema apis and *Acarapis Woodi* in Relation to Isle of Wight Bee Disease. Parasitology 14, 53–62.

Buttel-Reepen, H. v. 1918, Seltsame Mitbewohner der Bienenzellen. Bienenwirtsch. Centralbl. 54, 78—80. — 1920, Die neue verheerende Milbenkrankheit der Bienen. AfB 2, 328—332.

Ewing, H. E. 1922, Studies on the taxonomy and Biology of the Tarsonemid mites together with a note on the transformation of *Acarapis (Tarsonemus) Woodi* Rennie. Can. Ent. 54, 104—113. — 1924, New Tarsonemid mites. Proc. Ent. Soc. Washington 26, 66—69.

Freudenstein, K. 1929, Untersuchungsergebnisse an einem deutschen Fall von Milbenseuche. AfB 10, 209–225.

Frow, R. W. 1927, A new treatment of Acarine disease. Brit. Bee Journ. 55. — 1931, The Treatment of Acarine Disease. Better Beekeeping, Marlborough, Sept. 4—7.

Geiger, K. J. 1925, Beitrag zur Untersuchung der Honigbiene auf den Parasiten *Acarapis Woodi*. AfB 6, 211—214.

Goodwin, W., und Martin, H. 1928/29, The action of sulphur as a fungicide and as an acaricide. Ann. Appl. Biol. 15 und 16, 623—638, 93—103.

Grabher, E. 1928, Bienenkrankheiten in Vorarlberg. Tir.-Vorarlb. Bienenztg. 17, 8—9.

Graham-Smith, G. S., Fantham, H., Porter, A., Bullamore, G. W., u. Malden, W. 1912, Report on the Isle of Wight Bee Disease. Journ. Board Agric. 19, Suppl. Nr. 8, 143 S. — 1913, Further Report on the Isle of Wight Bee Disease. Ebenda, Suppl. Nr. 10, 47 S.

Himmer, A. 1929, Seuchenbericht für Bayern im Jahr 1928. Erlanger Jahrb. f. Bienenkunde 7, 176—198.

Hirst, St. 1921, On the mite (*Acarapis Woodi* Rennie) associated with Isle of Wight Bee Disease. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 9, Vol. 7, 509—519.

Howorth, H. G. 1930, Acarine Disease. Flugblatt, Forest Hill, 3. Aufl., 6 S.

Howorth, H. G., and Harrison, C. 1930, Micro-Examination of Bees for the detection of Acarine Disease. Flugblatt, Forest Hill, 4 S.

Huchler K. 1931, Jahresbericht des Vorarlberger Immen-Seuchenausschusses für 1930. Tir.-Vorarlb. Bienenztg. 20, 7—11.

Illingworth, L. 1928, The Frow Treatment for Acarine Disease. BW 9, 176—177. — 1929, Das Frowsche Heilmittel gegen Milbenkrankheit. AfB 10, 226—229.

Johannsen, W. 1913, Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik. 2. Aufl., 723 S., Jena.

Killick, C. R. 1923, Some aspects of the pathology of Acarine Disease. BW 4, 169 bis 171.

Kitzberger, J. 1925, Zur Milbenfrage in der Tschechoslowakei. Bienenvater 57, 259.

Kugler, F. 1928, Sitzung des Seuchenausschusses in Innsbruck. Tir.-Vorarlb. Bienenztg. 17, 112. — 1931, Erfahrungen bei der Durchführung des Heilverfahrens mit dem Frowschen Mittel. Ebenda 20, 38—42.

Leuzinger, H. 1928, L'Acariose des abeilles en Valais 1922—1928. Bull. Murithienne XLV, 21 S.

Morgenthaler, O. 1918—1931, Jahresberichte über Bienenkrankheiten. SBZ, je April- oder Mai-Nummer. — 1922a, Die Milbe *Tarsonemus Woodi* auch in der Schweiz? SBZ 45, 105—106. — 1922b, Zum Kapitel „Bienen und Milben". AfB 4, 45—52. — 1926, De l'Acariose. L'Abeille (Quebec) 8, 77—78. — 1927a, Überwinterung und Nosema. AfB 8, 145—151. — 1927b, Bienenrasse und Bienenkrankheiten. SBZ 50, 559—569. — 1928, Problèmes de l'Acariose. Bull. Soc. Rom. Apic. 25, 284—290, 316—322. (Auch BW 10, 1929, 19—24.) — 1929, Neue Untersuchungen über die Milbenkrankheit der Bienen und ihre Bekämpfung. AfB 10, 230—243. — 1930, Ein Versuchsbienenstand im Berner Seeland . . . SBZ 53, 538—545. (Auch BW 12, 1931, 8—10.) — 1931, Der Sieg über die Bienenmilbe. SBZ 54, 498—505. (Auch BW 13, 7—10.)

Morison, G. D. 1927a, Acarine disease and the muscles of the Honey Bee. Nature 259—260. — 1927b, The muscles of the adult Honey Bee, Part I. Quart. Journ. Micr. Sc. 71, 397—463. — 1931a, Notes on Acarine disease of the Honey-Bee. BW 12, 40—42. — 1931b, Observations on the number of mites, *Acarapis Woodi* (Rennie) found in the tracheae of the Honey-Bee. BW 12, 74—76. — 1931c, Comments on chemical treatment of Acarine Disease. BW 12, 89—90. — 1931d, An Acarapis living externally on the Honey-Bee. BW 12, 110—111. — 1932, A. Mite „Acarapis" that dwells on the back of the Honey-Bee Bee Kingdom 3, 6—11.

Otto, Fr. Th. 1928, Verfliege-Beobachtungen der Schleswig-Holsteinischen Imkerschule Schlesw.-Holst. Bienenztg. Sep. 15 S.

Oudemans, A. C. 1904, On a new genus and species of parasitic Acari. Notes Leyden Mus. 24, 216—222.

Perepelowa, L. I. 1927, Acarine Disease in U. S. S. R. BW 8, 133—134. — 1928, Zum Problem der Milbenkrankheit bei der Honigbiene. (Russisch.) Opitnaja Passeka, 164—170. — 1930, Zum Problem der Milbenkrankheit und ihrer Bekämpfung. Ebenda 140—147.

Phillips, E. F. 1923, The Occurrence of Diseases of adult Bees II. U. S. Dep. Agric. Dep. Circ. 287, 34 S. — 1925a, Eine Fehlerquelle im Studium der Krankheiten der erwachsenen Bienen. AfB 6, 193—206. — 1925b, The Status of Isle-of-Wight-Disease in various countries. Journ. Econ. Ent. 18, 391—395.

Pointner, H. 1924, Bienenkrankheiten im Jahr 1923. Bienenvater 56, 196—197. — 1925, Bericht über die Bienenkrankheiten im Jahre 1924. Ebenda 57, 142—144, 179—180, 221—223.

Prell, H 1927, Beiträge zur Kenntnis der Milbenseuche der Honigbiene. AfB 8, 241 bis 273.

Ranguis. 1922, Un nouveau et grand danger. L'Apiculteur 66, 20—22.

Rauschmayer, F. 1928, Das Verfliegen der Bienen und die optische Orientierung am Bienenstand. AfB 9, 249—328.
Rennie, J., und Harvey Elsie, J. 1919, Isle-of-Wight-Disease in Hive Bees. Scot. Journ. Agric. 2, 737—779.
— — und Sutherland. 1920, Parasites of the Tracheal System of Insects. Parasitology 12, 199—201.
— — White, P. B., und Harvey Elsie, J. 1921, Isle-of-Wight-Disease in Hive-Bees. Transact. Roy. Soc. Edinburgh 52, Part IV, 737—779.
Rennie, J. 1921/22, Notes on Acarine Disease I—XIII. BW 2 und 3 (Mai 1921 bis Mai 1922). — 1922, The Presidential Address. BW 4, 72—74. — 1923, Acarine Disease explained. Memoir Nr. 1 published by the Apis Club, Benson. 50 S. — 1927, Acarine Disease in Hive Bees: its Cause Nature and Control. North of Scotl. Coll. Agric. Bull. Nr. 33, 34 S.
Schweizer, J. 1922, Beitrag zur Kenntnis der terrestrischen Milbenfauna der Schweiz. Verh. Naturf. Ges. Basel 33, 23—112.
Snodgrass, R. E. 1925, Anatomy and Physiology of the Honeybee. New York, 327 S.
Stäger, R. 1931, Über die Einwirkung von Duftstoffen und Pflanzendüften auf Ameisen. Zeitschr. wiss. Insektenbiol. 26, 55—65.
Sturges, A. 1931, Recent Developments in modern Beekeeping. Bee Kingdom 2, 170 bis 175.
Thompson, F. 1931, The dissection of Bees for Acarine Disease. BW 12, 125—126.
Tomassi, N. 1931, Per la lotta contro l'Acariosi. L'Alveare 4, 47—48, 105—108.
Toumanoff, C. 1930a, Les maladies des abeilles. Paris, 263 S. — 1930b, Les maladies des abeilles en France. Recueil Méd. Vét. Alfort 106, 282—286.
Vitzthum, Graf H. 1923, Der Erreger der „Insel-Wight-Krankheit". AfB 5, 25—32. 1926, Acarapis-Studien. AfB 7, 293—312. — 1927, Neue Acarapis-Studien. AfB 8, 274—285. — 1929, Acari, Die Tierwelt Mittel-Europas Bd. III, Leipzig, 112 S. — 1931, Acari, Handb. d. Zoologie Bd. III, 2, Berlin und Leipzig, 160 S.
Wehrle, L. P., und Welch, P. S. 1925, The Occurrence of Mites in the tracheal System of certain Orthoptera. Ann. Ent. Soc. America 18, 35—44.
White, P. B. 1921, The normal bacterial Flora of the Bee. Journ. Path. u. Bact. 24, 64.
Wohlgemuth, O. E. 1929, Die Atemmale (Stigmen) der Honigbiene. Erlanger Jahrb. f. Bienenkunde 7, 1—46.
Zander, E. 1925, Die Milbenseuche in Bayern. Bayr. Bienenzeitg. 47, 78—79. — 1926, Bericht über die Tätigkeit der Landesanstalt für Bienenzucht in Erlangen im Jahre 1925. Erlanger Jahrb. f. Bienenkunde 4, 81—114. — 1930, Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. Stuttgart, 137 S.
Zappi-Recordati, A. 1931, Sulla comparsa dell'Acariosi in Italia. L'Alveare 4, 45—46.
Zogg, H. 1931, Bericht über die Bienenzucht im Kanton St. Gallen auf Grund der Bienenständeschauen. St. Gallen, 16 S.

Referate.

Einzelreferate.

Essig, E. O., A History of Entomology. — 1025 S. mit 263 Abbildungen. — New York, The Macmillan. Company, 1931. Preis geb. Dollar 10,—.

Der Titel des Buches deckt sich nicht ganz mit dem Inhalt. Das Buch behandelt in der Hauptsache die Geschichte der Kalifornischen Entomologie. Der Inhalt geht aber weit über den Rahmen dessen hinaus, was man gewöhnlich unter Geschichte versteht, es stellt vielmehr eine Einführung in die angewandte Entomologie Kaliforniens dar und da dieses landwirtschaftlich so hochentwickelte Land auch in bezug auf die Schädlingsbekämpfung Vorbildliches geleistet hat, so kann die Essigsche „Geschichte" geradezu als eine gute Einführung in die angewandte Entomologie überhaupt empfohlen werden. Ich möchte jedem Jünger unserer Wissenschaft dringend raten, dieses Buch, das sehr angenehm zu lesen ist, zu studieren, er wird dadurch seinen Gesichtskreis wesentlich erweitern. Der Inhalt ist in 10 Kapitel gegliedert: Kapitel I handelt von der prähistorischen Entomologie. Kapitel II bringt kulturhistorisch sehr interessante Mitteilungen über die Beziehungen der Indianer zur Entomologie. Kapitel III berichtet über die ersten Anfänge der Beschäftigung mit Insekten, wobei eine spanische oder Missionsperiode und eine Russenperiode unterschieden werden. Dann folgt im Kapitel IV eine Schilderung der wichtigsten entomologischen Institute und im Kapitel V eine Übersicht über die wichtigsten schädlichen Insekten Kaliforniens bezw. eine geschichtliche Darstellung ihrer Entdeckung, ihres Schadens, ihrer wissenschaftlichen Bearbeitung und ihrer Bekämpfung. Das sehr umfangreiche Kapitel VI ist der biologischen Bekämpfung gewidmet, als deren Geburtsland ja Kalifornien anzusehen ist; die Lektüre dieses Abschnittes, dessen Inhalt zu dem interessantesten der angewandt-entomologischen Literatur gehört, ist besonders zu empfehlen. Die folgenden Kapitel (VII u. VIII) behandeln die Insektizide und die entomologische Gesetzgebung. Kapitel IX, das 270 Seiten umfaßt, ist biographischen Inhalts und bringt die Lebensbeschreibung und die wissenschaftlichen Arbeiten sämtlicher an der Entwicklung der Kalifornischen Entomologie beteiligten Forscher, also nicht nur der in Kalifornien wirkenden, sondern auch jener außerhalb Kaliforniens lebenden, die sich mit der Beschreibung kalifornischer Insekten beschäftigt haben. So finden wir unter ihnen auch eine Reihe deutscher, französischer, englischer, schwedischer und russischer Entomologen genannt. Das letzte Kapitel bringt eine chronologische Übersicht über die Entwicklung und die Fortschritte der Entomologie. Ausführliche Sach- und Personalregister beschließen das schöne, reich illustrierte Werk, das in jeder entomologischen Bibliothek sein sollte.

K. E.

Swellengrebel, N. H., und **Rodenwaldt, E.,** Die Anophelen von Niederländisch-Ostindien. 242 S., 24 Tafeln, 40 Abb. u. 24 Karten. — Jena, Gustav Fischer, 1932. Preis geb. Rm. 14,50.

Es ist bemerkenswert, wie stark das relativ kleine niederländische Volk sein Kolonialreich wissenschaftlich ausnützt. Schon in der ersten Auflage 1916 gehörten Swellengrebels „Anophelinen van Nederlandsch Ost-Indie" zu den sorgfältigsten Schriften auf

dem Culiciden-Gebiet und bedeuteten eine große Arbeitserleichterung für den, der sich aus praktischen oder wissenschaftlichen Gründen mit der Mückenfauna jener Gebiete zu beschäftigen hatte. 12 Tafeln farbiger Wiedergaben der ganzen Mücken erleichterten neben zahlreichen Bildern und Linienskizzen die Benutzung des Textes, der im wesentlichen der Charakterisierung der Arten gewidmet war, doch auch einige Absätze über das brachte, was von der Lebensweise, Verbreitung und praktischen Bedeutung bekannt war. Jetzt liegt die dritte Auflage vor. Sie ist gegenüber der zweiten von 155 auf über 240 dazu dichter gedruckte Seiten erweitert. Da Swellengrebel jetzt bereits 10 Jahre in Europa ist und die Fortschritte in Niederländisch-Indien nicht aus der Nähe mit beobachten kann, hat sich Rodenwaldt an der Neubearbeitung beteiligt. Die farbigen Tafeln sind weggefallen. Dafür bringen 24 Tafeln schematische Darstellungen der belangreichen Merkmale der Anopheles-Arten. In weitgehendem Maße ist, entsprechend den Anforderungen moderner Entomologie, auf Varietäten Rücksicht genommen, sowohl solche der Larven, wie solche der Imagines. Vielfach sind die formenreichen Arten in Unterarten und diese wieder in Varietäten zerlegt, wodurch viel an Übersichtlichkeit gewonnen wird. Kärtchen geben die Verbreitung der einzelnen Arten und Formen wieder. Alles Wichtige, was über die Lebensregeln und Beziehungen der Tiere bekannt ist, ist zusammengetragen. Vor allem sind gründlich behandelt diejenigen Eigenschaften, welche die praktische Bedeutung in der Malariaverbreitung und -bekämpfung bestimmen: das, was über ihre Infizierbarkeit, ihren natürlichen Infektionsindex bekannt ist. Einleitende Kapitel geben dem Leser die notwendige allgemeine Einstellung zu den Tatsachen. Im erfreulichen Gegensatz zu den häufigen Fällen, wo Mediziner, in Nachbarwissenschaften eindringend, infolge ungenügender Schulung die Literatur mit oberflächlichen, unkritischen oft unrichtigen Arbeiten überlasten, tritt uns der Mediziner Rodenwaldt hier als Mitarbeiter Swellengrebels mit einer Leistung entgegen, welche dem Geist moderner Entomologie voll gerecht wird.

Die neue (im Gegensatz zu den beiden früheren niederländischen) deutsch abgefaßte Auflage wird die erste und zweite an Nützlichkeit für den Praktiker noch erheblich übertreffen und ist dem Wissenschaftler von größtem Wert. Die Ausstattung ist durchaus zweckentsprechend. Martini, Hamburg.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Von Paul Sorauer. III. Band: Die pflanzlichen Parasiten. 2. Teil. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Unter Mitwirkung von Dr. E. Köhler, Dr. R. Laubert, Dr. E. Münch, Dr. H. Pape, Dr. H. Richter, Dr. H. W. Wollenweber, Dr. H. Zillig, herausgegeben von Dr. O. Appel. 956 S. (Lexikon-Format). Mit 195 Textabb. — Berlin, Verlag Paul Parey, 1932. Preis geb. Rm. 66,—.

Mit dem III. Band des Handbuchs sind die pflanzlichen Parasiten der Kulturpflanzen vollendet, und so ist der Pflanzenpathologe heute in den Stand gesetzt, über alles, was in der ganzen Welt über Schädigungen an Kulturpflanzen durch pflanzliche Parasiten bekannt geworden ist, sich Aufschluß zu erholen, und zwar so eingehend, daß er alles Wissenswerte nach dem neuesten Stand der Erkenntnis erfährt. Für die Gewissenhaftigkeit der Angaben bürgen die Namen der Bearbeiter. Es werden behandelt die Basidiomyceten (bearbeitet von Köhler, Zillig, Laubert und Münch), die *Fungi imperfecti* (bearbeitet von Laubert, Richter, Pape und Wollenweber), die parasitischen Algen (bearbeitet von Köhler), die Flechten (bearbeitet von Pape) und die parasitischen Samenpflanzen (bearbeitet von Köhler).

Der besondere Vorzug des „Handbuches", die reichen Quellenangaben der in- und ausländischen Spezialliteratur, gilt auch für diesen Band in vollem Maße, so daß jeder, der tiefer in die Materie eindringen will, sich ohne Mühe über die wichtigste Literatur orientieren kann. Wie die früher erschienenen Bände, so ist auch dieser Band mit zahlreichen, sehr instruktiven Abbildungen ausgestattet. Nicht nur für den Pflanzenpathologen,

sondern auch für den angewandten Entomologen ist das Buch sehr wichtig, zumal ja reichliche Beziehungen verschiedener Art zwischen Pilzerkrankungen und Insektenvorkommen bestehen.

Zur Vollendung des gesamten Handbuches steht nun nur noch ein Band aus (Pflanzenschutz), der nach Ankündigung des Verlages noch in diesem Jahr erscheinen soll. Es wird dann ein Werk vollendet, das in der ganzen Weltliteratur einzig dasteht und das für jeden, der sich mit Pflanzenhygiene beschäftigt, zum unentbehrlichen Rüstzeug gehört. K. E.

Schütze, K. T., Die Biologie der Kleinschmetterlinge unter besonderer Berücksichtigung ihrer Nährpflanzen und Erscheinungszeiten. — Frankfurt a. M. (Verlag des Internationalen Entomologenvereins) 1931. Preis Rm. 18,—.

Es ist sehr erfreulich, daß ein so gründlicher Kenner der Systematik und Biologie der Kleinschmetterlinge wie Schütze, der annähernd ein halbes Jahrhundert dem Studium der „Micros" gewidmet hat, seinen so überaus reichen Schatz an Kenntnissen und Erfahrungen durch vorliegendes Werk der Allgemeinheit zugänglich gemacht hat. Er entschloß sich hierzu „in der Hoffnung, daß sich in Zukunft mehr Sammler den ‚Kleinen' zuwenden werden, denen sie aus unbegreiflicher Scheu bisher aus dem Weg gegangen sind." Findet doch der „Strebsame auf diesem noch ungenügend erforschten Gebiete weitesten Raum und unbegrenzte Möglichkeit zu reichster Entfaltung."

Der Stoff ist nicht nach dem Schmetterlingssystem, sondern nach dem System der Pflanzen, an denen die Raupen leben, geordnet. Dem mit der Pflanzensystematik weniger Vertrauten hilft ein am Schluß angeführtes Verzeichnis der deutschen und lateinischen Pflanzennamen schnell zu seinem Ziel. Und wenn man von der Seite der Schmetterlingsarten her sich in dem Buch zurechtfinden will, braucht man sich nur des alphabetischen Verzeichnisses der Falter zu bedienen. So kann jeder, sei er Botaniker oder Entomologe, ohne Schwierigkeit und in kurzer Zeit die Angaben, die ihn interessieren, finden.

Bei jeder Schmetterlingsart ist die Zeit des Raupenvorkommens und des Falterfluges, ferner das Wichtigste aus der Bionomie (Fraßpflanzen, Art des Raupenfraßes, der Verpuppung usw.) angegeben, wobei neben den eigenen Beobachtungen des Verfassers auch die Angaben anderer Autoren berücksichtigt werden. Ein ungeheures Beobachtungsmaterial ist hier zusammengetragen; und wenn man bedenkt, daß z. B. bei der Eiche allein gegen 70 verschiedene Arten von Kleinschmetterlingen angeführt werden, bei der Birke über 60, bei der Weide etwa ebensoviele usw., wenn man ferner berücksichtigt, daß bei jeder Art die genannten bionomischen Daten angegeben sind, so können wir uns der Bewunderung darüber nicht erwehren, daß dieser Riesenstoff auf so engem Raum (ca. 230 S.) zur Darstellung gebracht werden konnte. Nur die größte Selbstbeherrschung und knappste Ausdrucksweise mit Verwendung zahlreicher Abkürzungen konnte solches fertig bringen. Durch das Schützesche Buch wird der lepidopterologischen Wissenschaft eine starke Förderung zuteil werden. Auch uns angewandten Entomologen ist es hochwillkommen und es wird dem notwendigen Handapparat jeder angewandt-entomologischen und Pflanzenschutzbibliothek eingefügt werden müssen (trotz des relativ hohen Preises). Persönlich bedauert der Referent sehr, daß das Buch nicht einige Jahre eher erschienen ist: welch große Hilfe wäre ihm durch dasselbe geworden bei der Bearbeitung der Kleinschmetterlinge für den 3. Band der „Forstinsekten Mitteleuropas", abgesehen davon, daß manche Darstellung darin noch vervollkommnet hätte werden können. K. E.

Roß, Hermann, Praktikum der Gallenkunde (Cecidologie). Entstehung, Einwirkung, Bau der durch Tiere und Pflanzen hervorgerufenen Gallbildungen, sowie Ökologie der Gallenerreger. 312 S. und 181 Abb. — Berlin, Julius Springer, 1932. Preis geb. Rm. 25,60.

Die Gallenkunde erfreut sich in den letzten Jahrzehnten stets wachsenden Interesses nicht nur bei Botanikern und Zoologen, sondern auch bei allgemeinen Biologen und Philosophen, die in den Gallen geeignete Objekte für naturphilosophische Betrachtungen sehen (es ist in dieser Beziehung nur an die Namen Becker und Zweigelt zu erinnern). Die Gallenkunde stellt ein Doppelgebiet dar, das sowohl botanische als auch zoologische Kenntnisse erfordert. In den bisherigen Büchern über Gallen fand aber gewöhnlich nur die eine Seite entweder die botanische oder die zoologische genügende Berücksichtigung, was zu einem tieferen Eindringen in das so überaus komplizierte Gallenproblem nicht ausreichte. Es ist daher um so freudiger zu begrüßen, daß Roß, der sich schon seit 30 Jahren mit dem Gallenproblem befaßt, und dem wir ein ausgezeichnetes Bestimmungsbuch aller Pflanzengallen Mittel- und Nordeuropas (II. Aufl. 1927) verdanken, sich entschlossen hat, ein Praktikum der Gallenkunde herauszugeben. Dasselbe — gewissermaßen eine Ergänzung zum Bestimmungsbuch bildend — stellt eine kurze aber vielseitige Einführung in die Cecidologie dar, die den Ansprüchen sowohl der Botaniker als der Zoologen gerecht wird. Es wird in jedem behandelten Fall nicht nur die äußere Form, sondern auch die Anatomie der Galle (im Vergleich zum Normalgewebe) beschrieben und sodann auch die Bionomie des Gallenerregers. Von einfachen Verhältnissen und leicht zu verstehenden Fällen ausgehend, kommt der Verfasser nach und nach zu Gallen mit komplizierter Bauart und Entwicklung und zuletzt zu den Cynipidengallen, die zweifellos zu den höchstentwickelten Gallbildungen gehören. Als Beispiele sind meistens solche Gallen verwendet, welche in Mitteleuropa verbreitet sind und daher leicht zu beschaffen sind.

Die Darstellung ist überaus klar und präzis und durch zahlreiche, sehr instruktive Abbildungen (meistens Originale) unterstützt. Das neue Roßsche Buch füllt eine große Lücke aus und ist berufen, der biologisch höchstes Interesse verdienenden Gallenkunde neue Jünger zuzuführen. Wir wünschen dem ausgezeichneten Buch weiteste Verbreitung. K. E.

Döderlein, Ludw., Bestimmungsbuch für deutsche Land- und Süßwassertiere. Insekten, 1. Teil: Käfer, Wespen, Libellen, Heuschrecken usw. (280 S. mit 180 Abb.). 2. Teil: Wanzen, Fliegen und Schmetterlinge (287 S. mit 142 Abb.). — München und Berlin, Verlag von R. Oldenbourg, 1932. Preis geb. I. Teil Rm. 11,20, II. Teil Rm. 9,80.

Döderleins Bestimmungsbücher füllen eine große Lücke in unserer Bestimmungsliteratur aus. Während die meisten der bisher existierenden umfangreichen Insektenbücher viel Fachkenntnis voraussetzen und daher nur vom Zoologen bezw. Entomologen mit Erfolg benützt werden können, bieten die Döderleinschen Tabellen jedem Naturfreund, auch dem, der keine zoologischen Vorkenntnisse besitzt, die Möglichkeit, in der so überaus mannigfaltigen Insektenwelt unserer Heimat sich rasch und ohne besondere Mühe auf Grund leicht erkennbarer äußerer Merkmale zurechtzufinden. Bei der großen Zahl deutscher Insektenarten konnten natürlich nicht alle Arten berücksichtigt werden, doch sind die meisten auffallenderen und wirtschaftlich wichtigeren Arten berücksichtigt. Werden doch in den beiden Tabellen fast 3000 Arten behandelt.

Die Tabellen sind so gehalten, daß jeder Laie, der sie richtig benutzt, fast automatisch in der Regel bald auf den richtigen Namen kommen wird. Als besonders begrüßenswert ist hervorzuheben, daß in vielen Fällen auch über die Larven tabellarisch Übersichten gegeben werden, wie bei den Käfern, Schmetterlingen usw. Die Behandlung der einzelnen Ordnungen, Familien und auch vieler Gattungen werden mit allgemeinen Bemerkungen über die Zahl der Arten, Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung usw. eingeleitet, so daß der Benützer der Tabellen nicht nur den Namen des gefundenen Tieres erfährt, sondern auch über dessen Stellung im allgemeinen Haushalt der Natur die erste Orientierung erhält.

Die Bearbeitung der Tabellen in der vorliegenden Form bietet große Schwierigkeiten dar, viel größere als die Bearbeitung von Tabellen für Fachzoologen. Der Bearbeiter

muß nicht nur umfassende Kenntnisse und ein feines systematisches Gefühl, sondern vor allem auch reiche pädagogische Erfahruug besitzen. Alle diese Bedingungen sind selten glücklich vereinigt in L. Döderlein, der ja zu den ersten der heute lebenden Systematiker zu zählen ist. Wir müssen Döderlein dankbar sein, daß er uns diese Bestimmungsbücher geschenkt hat, die im wahren Sinne des Wortes berufen sind, Volksbücher zu sein, dazu bestimmt, das deutsche Volk wieder mehr zur Beschäftigung mit der Natur hinzuführen. Die Bücher gehören von Amts wegen in alle Schulen, ferner in die Hände aller Lehrer, Forst- und Landwirte und überhaupt aller Naturfreunde.

Zum Schluß möchte Referent noch eine Bitte an den Autor der Bestimmungsbücher richten: Er möge doch den alten Leunis in neuer Form wieder erstehen lassen. Wenn Einer imstande ist, die schwierige Aufgabe zu lösen, so ist dies L. Döderlein. K. E.

Lederer, Gustav, Einführung in die Schädlingskunde. 472 Seiten mit 33 Tafeln u. 200 Textabb. — Guben, Verlag der Internationalen Entom. Zeitschr. 1928—1932. Preis brosch. Rm. 10,—, geb. Rm. 11,50.

Der Verfasser ist Leiter des von Seitz 1904 gegründeten Insektenhauses des Frankfurter Zoologischen Gartens. Zu seinem Aufgabenbereich gehört auch die Auskunftserteilung in Schädlingsfragen. Die reichen Erfahrungen, die er dabei während seiner vieljährigen Beschäftigung mit Schädlingen gesammelt hat, gaben Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Buches, das „vor allem den Zweck verfolgt, einen Überblick über das große, praktisch so wichtige und interessante Gebiet der Schädlingskunde zu geben". Wenn auch in der Hauptsache die Schädlinge aus dem Insektenreich behandelt werden, so werden doch auch die Krankheitserscheinungen, die von pflanzlichen Parasiten sowie von nichtparasitären unbelebten Ursachen hervorgerufen werden, berücksichtigt. Der größeren Übersichtlichkeit halber wäre es vielleicht besser gewesen, sich auf die tierischen Schädlinge zu beschränken. Das Buch enthält ein sehr großes Material, das zum Teil auf eigenen Erfahrungen, zum Teil auf einem sehr fleißigen Literaturstudium beruht. In der Anordnung des großen Stoffes hätte vielleicht manches anders gemacht werden können, um Wiederholungen zu vermeiden. Einige Kapitel allgemeinen Inhalts über die wirtschaftliche Bedeutung der Schädlingsbekämpfung, über die Bedeutung der Insekten im Haushalt der Natur, über die natürlichen Faktoren, welche die Vermehrung verhindern, über die Mortalität, die Entstehung der Insektenvermehrungen usw. gehen dem speziellen Teil voraus. Zahlreiche Abbildungen, die im allgemeinen recht gut sind, unterstützen den Text. Das letzte Kapitel bringt eine Übersicht über die wichtigste Literatur. Ein ausführliches Sachregister erleichtert das Zurechtfinden in dem Buch. Zur ersten Orientierung über das große Gebiet der Schädlingskunde kann das Buch Lederers bestens empfohlen werden, zumal der erfreulich billige Preis die Anschaffung jedem Interessenten möglich macht. K. E.

Esmarch, F., Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Monographien zum Pflanzenschutz (herausgegeben von Prof. Dr. H. Morstatt) Nr. 8, 90 S., mit 6 Abb. — Berlin, Verlag Julius Springer, 1932. Preis Rm. 9,90.

Im Jahre 1905 wurde die Kartoffel in Deutschland von einer bis dahin nicht beachteten Krankheit in solchem Maße heimgesucht, daß enorme Ernteausfälle die Folge waren und man die schlimmsten Befürchtungen bez. der Zukunft des Kartoffelbaues Europas hegte. Glücklicherweise trat die allgemeine Verbreitung der Krankheit nicht ein. Andererseits hatte der Alarmruf das Gute, daß die Wissenschaft sich des Problems energisch annahm und sich mit ihm eine Reihe von Forschern und Praktikern beschäftigten, deren Beobachtungen in einer fast unübersehbaren Zahl von Veröffentlichungen niedergelegt wurden. Der Begriff „Blattrollkrankheit" wurde 1906 von Appel aufgestellt, der die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber den verschiedenen Kräuselkrankheiten hervorhob. Die vorliegende Monographie von Esmarch gibt eine ausgezeichnete klare

Übersicht über das landwirtschaftlich so wichtige Problem nach seinem heutigen Stand. Am meisten umstritten war die Frage nach der Übertragung des Virus, heute wissen wir, daß dasselbe einmal mit dem Knollen von Generation zu Generation und sodann durch Insekten von Pflanze zu Pflanze übertragen wird; unter diesen spielen gewisse Blattlausarten die Hauptrolle, dann kommen auch Wanzen und Zikaden in Frage. Am leichtesten gelang in Versuchen die Übertragung durch Blattläuse, doch ließen sich dabei deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arten feststellen. Die Tatsache der Insektenübertragung verleiht der Esmarchschen Monographie großes Interesse auch für den angewandten Entomologen, dem deren Lektüre angelegentlichst empfohlen sei. K. E.

Schüpfer, Vincenz, Grundriß der Forstwissenschaft für Waldbesitzer und Forstmänner sowie für Studierende zur Einführung. Dritte, erweiterte Auflage. 367 S. mit 82 Abb. — Stuttgart, Eugen Ulmer, 1932. Preis geb. Rm. 9,—.

Für das große Bedürfnis, das für eine kurze Einführung in die Forstwissenschaft besteht, zeugt der Umstand, daß für Schüpfers Grundriß schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine 3. Auflage notwendig wurde. Es existiert denn auch kaum ein zweites Werk in der deutschen Literatur, das auf einem so kurzen Raum und in so prägnanter und leicht faßlicher Form in den heutigen Stand der so umfangreichen Forstwissenschaft einführt. In Kapitel IV (Schaden durch Tiere) bilden die Insekten naturgemäß den größten Abschnitt. Es sind in ihm die wichtigeren Forstinsekten behandelt, wobei die neueste Literatur weitgehend berücksichtigt ist. Das Schüpfersche Buch kann allen, die mit dem Wald in irgend einer Beziehung stehen, also auch dem Forstentomologen, aufs wärmste empfohlen werden. K. E.

Band XIX, Heft 4.

Originalaufsätze.

Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Von

W. Zwölfer, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie.)

(Mit 5 Abbildungen und 5 Diagrammen.)

Bei zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen, aber auch bei solchen auf technischem Gebiet spielt die Erzielung beliebig lange konstant erhaltbarer Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrade in verschiedenen Abstufungen eine wichtige Rolle. So sind denn auch schon eine Reihe von Apparaten konstruiert worden, die diesen Anforderungen mehr oder minder weit entsprechen. Es würde in diesem Zusammenhang zu weit führen, im einzelnen auf sie einzugehen. Erwähnt sei nur, daß diese Konstruktionen das Problem teils in der Weise zu lösen versuchen, daß sie Temperatur und Luftfeuchtigkeit eines Raumes durch einen entsprechend vorbehandelten Luftstrom gleichzeitig regeln,[1]) teils wird die Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit des Versuchsraumes getrennt durchgeführt.[2])

Zweifellos haben die mit bewegter Luft arbeitenden Einrichtungen Vorzüge gegenüber jenen ohne Luftbewegung. Unter anderem entsprechen sie bei ökologischen Untersuchungen an Landtieren den natürlichen Umweltbedingungen meist erheblich besser als diese. Indes sind ihre Anschaffungs- und Betriebskosten selbst für mittlere und kleinere Anlagen recht bedeutend. Dabei ist zu berücksichtigen, daß für gewisse experimentell-ökologische Arbeiten die gleichzeitige Benutzung von rund 70 bis

[1]) Shelford (1), Chapman (2), Escherich (3), Brindley and Richardson (4). Auch bei Einrichtungen, wie sie in der Industrie in Gebrauch sind, ist dieses Prinzip zum Teil verwendet.

[2]) Krogh (5), Przibram (6, 7), Williams u. Kirkpatrick (8), Friederichs und Steiner (9), desgleichen beim Arbeiten mit den handelsüblichen „Serienthermostaten".

80 regulierbaren Einzelkammern erforderlich ist. Demgegenüber sind Einrichtungen mittlerer Größe, bei denen Temperatur und Luftfeuchtigkeit getrennt geregelt werden, was Anschaffung und Betrieb anbetrifft, erheblich ökonomischer. Wie die bisherigen Erfahrungen zeigen, dürften sie für viele Untersuchungszwecke völlig ausreichen. Im folgenden sei Konstruktion und Handhabung eines Apparates dieser Art beschrieben, der im Laufe der beiden verflossenen Jahre für gewisse ökologische Studien an Insekten benutzt und weiter ausgearbeitet wurde. Da die Einrichtung, die sich befriedigend bewährte, in mehrfacher Hinsicht eine Verbesserung älterer Methoden vorstellt, dürfte sie für weitere Kreise von Interesse sein.

A. Regulierung der Temperatur.

Hauptanforderung der erwähnten Untersuchungen an die Versuchstechnik war eine gleichzeitige und ununterbrochene Benutzbarkeit einer größeren Anzahl von Temperaturstufen durch längere Zeiträume (6 bis 8 Monate) hindurch bei größtmöglicher Konstanz der einzelnen Stufen. Abwärts mußte der Spielraum der zu erzeugenden Temperaturen bis nahe an den Gefrierpunkt des Wassers, aufwärts bis ca. 38° C reichen. Mit Rücksicht auf die besonderen Untersuchungsobjekte, die mitteleuropäischen Breiten entstammten, in welchen sie den größten Teil des Jahres Temperaturen unterhalb 18° C ausgesetzt sind, war gerade die Erzeugung und Konstanthaltung dieser unter der normalen Zimmertemperatur liegenden Stufen, die erfahrungsgemäß mit Schwierigkeiten verknüpft ist, von besonderer Wichtigkeit. Die Möglichkeit wahlweiser Belichtung der temperierten Versuchsräume mit diffusem Tageslicht, großer Nutzraum, geringe Wartungskosten und -ansprüche der im Betrieb befindlichen Einrichtungen waren weitere bei der Konstruktion zu berücksichtigende Punkte.

Von den in der einschlägigen Literatur beschriebenen Apparaten schien zunächst das III. Modell der verschiedenen von Williams und Kirkpatrick (8) konstruierten „multiple incubator" den obigen Anforderungen am besten zu entsprechen.[1]) Allerdings stehen bei ihm die Versuchsgefäße unter Lichtabschluß. Es beruht im übrigen auf dem Prinzip der Einschaltung einer Metallbrücke (U-förmig gebogene Kupferblechrinne) zwischen einem Kälte- und einem Wärmespeicher, dergestalt, daß in ihr ein kontinuierliches Temperaturgefälle entsteht.

---

[1]) Bodenheimer (10). — Den Herren Professoren Bodenheimer, Jerusalem, und Stellwaag, Neustadt a. H., bin ich für die liebenswürdige Mitteilung ihrer Erfahrungen mit dem Williamschen Apparat und für die Angabe der bei ihren Modellen benutzten Maße zu größtem Dank verpflichtet. Da mir die Arbeit von Williams und Kirkpatrik seinerzeit nicht zur Verfügung stand, waren mir die Erfahrungen der genannten Herren als Unterlagen zur Konstruktion des Münchener Modells außerordentlich wertvoll. Ganz besonderen Dank schulde ich ferner Herrn Geheimrat Escherich, München, der in großzügigster Weise die Mittel für die Ausführung der Konstruktion bereitstellte.

Um die beim Williamschen Apparat nicht berücksichtigte Forderung nach wahlweiser diffuser Tagesbelichtung der temperierten Versuchsräume zu realisieren, war notwendig, die den Nutzraum abschließenden Holzdeckel durch Fensterglastüren zu ersetzen. Dies erforderte wegen der allgemeinen Belichtungsverhältnisse im Laboratorium (Seitenlicht) und der Notwendigkeit der Thermometermontierung, eine Drehung der Brücke um ihre Längsachse um 90°, so daß der Nutzraum nach vorn gegen die Beschauerseite zu sich öffnet.

Bei der Inbetriebnahme eines derartig gebauten, abgeänderten Williamschen Apparates, dessen Nutzraumquerschnitt 25 : 25 cm und dessen Nutzraumlänge im ganzen 320 cm betrug, zeigte sich indessen, daß die erzielten Temperaturen keineswegs den Erwartungen entsprachen.

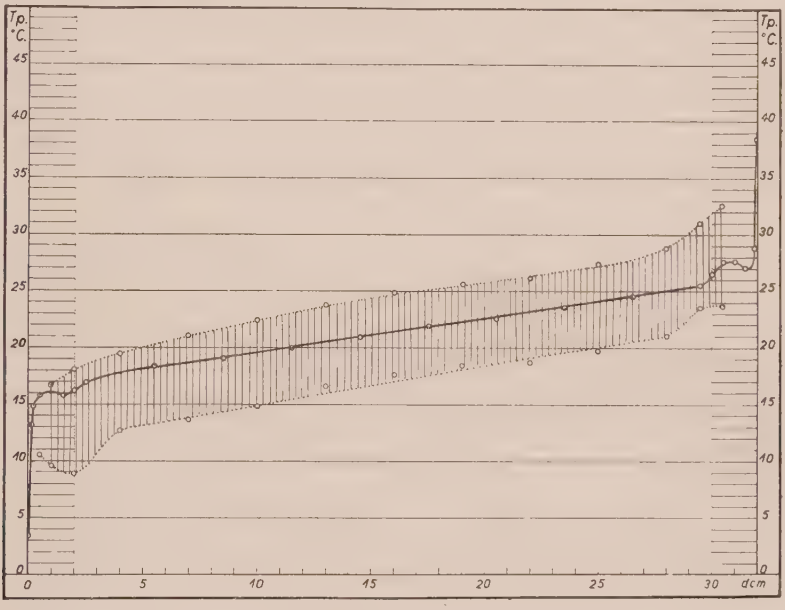


Abb. 1. Temperaturverlauf im ursprünglichen Williamschen Apparat.

Abb. 1 gibt in graphischer Darstellung eine Übersicht der Temperaturverhältnisse des Luftkörpers des Brückennutzraumes bei einer Wärmeschrank-Temperatur von 45° C, Eisfüllung des Kälteschrankes und einer mittleren Zimmertemperatur von 20° C. Danach ist der Bereich der zur Verfügung stehenden niederen Temperaturen unterhalb 18° C verhältnismäßig klein, jener für höhere Temperaturen hingegen recht ausgedehnt. Während das Temperaturgefälle in horizontaler Richtung gering bleibt und zwischen den beiden, rund 3 m auseinanderliegenden extremen Punkten nur ca. 9° C beträgt, ist es in vertikaler Richtung vergleichsweise übermäßig groß. Hier beträgt es zwar ebenfalls rund 9° C, die aber auf eine Distanz von 25 cm entfallen, — ein Umstand, der sich recht unangenehm bemerkbar macht und das Experimentieren mit hohen, aufrecht stehenden Versuchsgefäßen von vornherein mit starken Fehlern belastet. Auch die Wirbelbildungen im

Luftkörper — eine Folge der sich entwickelnden Konvektionsströme — die sich namentlich in den beiden Endabschnitten des Brückennutzraumes einstellen, desgleichen die Temperaturumkehr, die in vertikaler Richtung an verschiedenen Punkten des Nutzraumes zu beobachten war (in Abb. 1 nicht dargestellt), wirken störend und beeinträchtigen die praktische Verwendbarkeit des Apparates.

Zufolge dieser Ergebnisse mußte angenommen werden, daß die entstehenden Konvektionsströme Ursache des geringen Temperaturgefälles in horizontaler und des übermäßig starken Gefälles in vertiker Richtung sind. Unter solchen Umständen war der Versuch ihrer Drosselung durch Einschaltung von Quer- und Längswänden im Brückennutzraum naheliegend. Diesbezügliche Experimente lieferten ein überraschend günstiges Ergebnis: die Einschaltung von Zwischenwänden führt zu einer Staffelung und erheblichen Verstärkung des Temperaturgefälles in horizontaler Richtung. Jenes in vertikaler Richtung hingegen wird stark abgeschwächt.[1]) Die Wirkung wird um so ausgesprochener, je größer die Zahl der eingeschalteten Quer- und Längswände ist. Völlig unterbunden können die Konvektionsströme durch diese Maßnahmen natürlich auch nicht werden, doch läßt sich ihre ungünstige Wirkung so weit einschränken, daß sie praktisch nicht mehr ins Gewicht fallen.

Konstruktion: Unter Berücksichtigung dieser Versuchsresultate wurde ein 20-teiliger und ein 16-teiliger Brückenthermostat hergestellt, die sich beide in nunmehr fast einjährigem Dauerbetrieb befriedigend bewährten.[2])

Abb. 2 stellt die Vorderansicht eines derartigen Apparates in Vertikalprojekten dar. Abb. 3 und 4 geben über die Innenkonstruktion Aufschluß. Letztere stellen Querschnitte entlang der Linien A—A und B—B in Abb. 2 vor. Abb. 4 C ist eine Einrichtung zur Beheizung, auf die weiter unten zurückgekommen werden wird. Die Größenverhältnisse des Apparates sind in den drei Abbildungen in allen wesentlichen Punkten wirklichkeitsgetreu wiedergegeben. Aus ihnen sind alle Einzelheiten der Konstruktion zu entnehmen.

Es bedeuten: Br: Brücke; kr: Rinne aus 1,5 mm starkem Kupferblech, mit U-förmigem Querschnitt (Kantenlänge 35/25 cm, vgl. Abb. 4 kr). Sie ragt jederseits mit zwei konisch verjüngten Stutzen in Kälte- und Wärmespeicher hinein. f(Abb. 4): Türen mit vierfacher Fensterung und oberseits abnehmbarem Deckel. Letzterer ermöglicht erforderlichenfalls Verdunkelung und Erhöhung der Isolierung durch Einschaltung von Kissen-

[1]) Vgl. hierzu Abb. 1 und Abb. 5.

[2]) Die sonstigen Unterschiede der beiden Apparate sind unwesentlich: Der 20-teilige besitzt eine Gesamtlänge der Kupferbrücke von 320 cm, der 16-teilige eine solche von 340 cm. Hierdurch ergibt sich für den letzteren eine Vergrößerung der Stutzenlänge (siehe weiter unten), wodurch die Kühlwirkung des Kältespeichers etwas verstärkt wird. Das im folgenden beschriebene Modell, auf das an anderer Stelle bereits kurz verwiesen wurde (Zwölfer 14), kann durch die Firma Dr. Bender & Dr. Hobein, München-Karlsruhe-Zürich, bezogen werden, die sich das Herstellungsrecht gesichert hat (D.R.G.M.). Sie verfertigt es unter Kontrolle des Institutes für angewandte Zoologie.

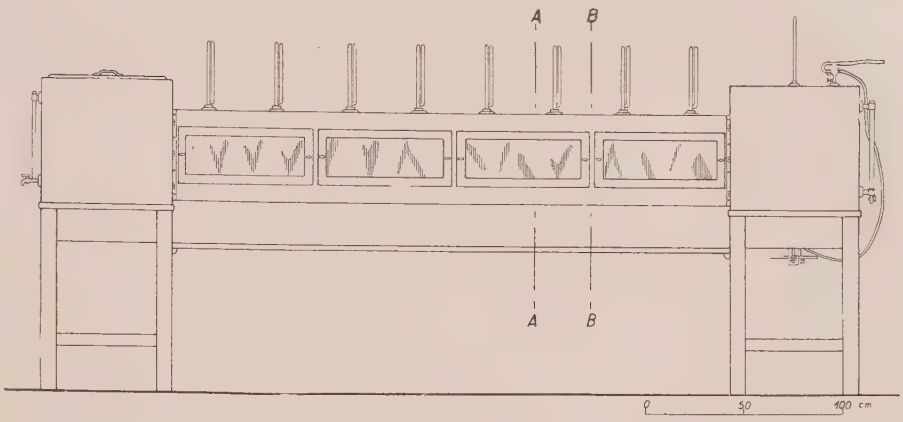


Abb. 2.
Brückenthermostat; Modell des Institutes für angewandte Zoologie, in Vorderansicht (Vertikalprojektion).

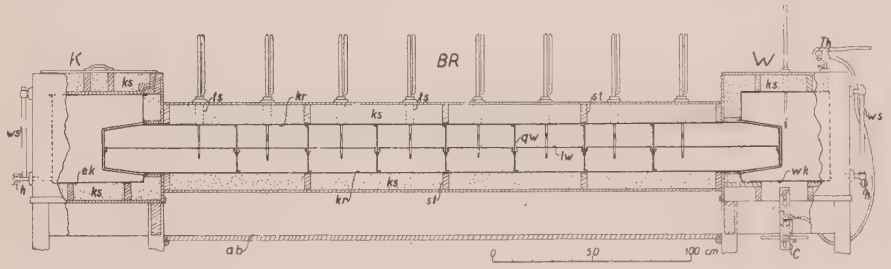


Abb. 3. Brückenthermostat, Aufriß. (Erklärung im Text.)

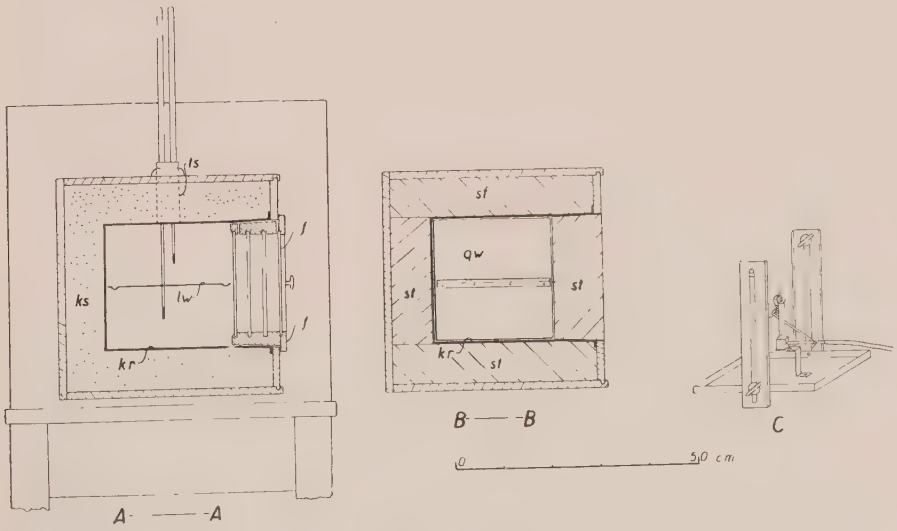


Abb. 4. Querschnitte längs Abb. 2 A—A und B—B; C: Vorrichtung zur Beheizung mit Gas oder Petroleumrundbrenner.

einlagen zwischen die Fenster der Türen. Auch Einsatz von Küvetten, die mit bestimmten Lösungen gefüllt sind (Strahlungsschutz!) ist möglich. ks: Isolierschicht aus Korkschrot und Sperrholzverschalung st: Querstützen zur Versteifung der Brücke; ts: Messingrohrstutzen zur Thermometerführung. Zur Vermeidung jeglichen Kontaktes der leitenden Metallteile der Innenkonstruktion mit der Außenluft ist ihre obere Öffnung durch Holzringfassung und doppelt durchbohrten Korkstopfen abgeschlossen. qw: Querwände aus 0,9 mm Kupferblech. lw: Längswände aus 0,9 mm Kupferblech. Quer- und Längswände sind nicht fest eingebaut, sondern mittels seitlicher Falze federnd eingesetzt, so daß sie jederzeit beliebig ausgewechselt und verstellt werden können. Je nach Raumbedarf können dadurch einzelne Zellen vergrößert oder verkleinert werden.

K: Kältespeicher, bestehend aus dem inneren kubischen Eiskasten von 45 cm Kantenlänge aus 1,5 mm starkem verzinktem Eisenblech, Isolierschicht aus Korkschrot (ks) und Sperrholzverschalung, abnehmbarem Deckel, Ablaufhahn (h) und Wasserstandsrohr (ws). Letzteres dient zur Regulierung des Schmelzwasserstandes.

W: Wärmespeicher, bestehend aus dem inneren, kubischen Wärmekasten aus 1,5 mm verzinktem Eisenblech (Kantenlänge 45 cm), Isolierung aus Korkschrot (ks) und Sperrholzverschalung, Ablaufhahn (h) und Wasserstandrohr (ws). Oberseits münden in ihn zwei Rohrstutzen zur Aufnahme von Thermometer und Thermoregulator (Th, für elektrische oder Gas-Heizung). Bei elektrischer Beheizung sind ferner im unteren Teil des Wärmekastens zwei Rohrstutzen zur Aufnahme der Heizpatronen (Haupt- und Zusatzheizung) einzulöten.

C (Abb. 3, 4): Vorrichtung zur Montierung eines Sicherheitsbrenners, die erforderlichenfalls auch die Aufstellung eines Petroleumrundbrenners zuläßt (Verwendung des Apparates auf Feldstationen). Die zur Befestigung des Sicherheitsbrenners dienende Gabel läßt sich mittels einer Flügelschraube vom quadratischen Kupferblechteller lösen, der alsdann zur Aufstellung der Petroleumlampe dient. Bei Petroleumheizung ist automatische Temperaturregelung nicht möglich.

ab: zwischen den beiden Holzböcken angebrachtes Abstellbrett. Die inneren Teile des Bockes, auf dem der Wärmespeicher ruht, besitzen Zinkblechverkleidung und auf der Rückseite in entsprechender Höhe 4 Abzugslöcher von 2 cm lichter Weite. Hierdurch wird verhindert, daß die bei Gasheizung entstehenden Wasserdämpfe sich unmittelbar auf dem Holz niederschlagen, in dasselbe eindringen und es allmählich zerstören.

Zur Bedienung des Eiskastens dient eine dreistufige Treppe. Für Transportzwecke ist der Apparat in 5 Teile zerlegbar. Die Außenseiten sind weiß, abwaschbar lackiert (Einstrahlungsschutz!). Seine Außenmaße betragen: Gesamthöhe: 160 cm; Länge: 426 cm; Tiefe: 65 cm. Gewicht ohne Wasser- und Eisfüllung ca. 6 Ztr. Der diffusem Tageslicht ausgesetzte Brückennutzraum besitzt eine Länge von 280 cm und eine Tiefe und Höhe von 25/25 cm. Hierzu kommen jederseits noch 25/25/30 cm im verdunkelten Stutzenteil der Brücke hinzu. Bei Einteilung der Brücke in 8 Vollzellen beträgt die Zellengröße 25/25/32 cm, bei 16 Halbzellen 25/12,5/32 cm.

Wirkungsbereich- und Temperaturkonstanz: Der Wirkungsbereich beginnt bei 2—3° C, doch befindet sich diese Temperaturstufe noch im verdunkelten Stutzenteil des Apparates und ist daher nur bedingt verwendbar. Die niederste diffusem Tageslicht ausgesetzte Temperaturstufe liegt — richtige Bedienung des Eisschrankes und eine Wärmeschranktemperatur von 45° C (Normaleinstellung) vorausgesetzt — bei 4° C. Das obere Temperaturextrem läßt sich durch die Wassertemperatur des Wärmeschrankes beliebig bis ca. 80° C einstellen. Wird statt Wasser eine Öl- oder Glyzerinfüllung des Wärmespeichers gewählt, so besteht die Möglichkeit, die obere Temperaturstufe je nach Bedarf noch weiter zu erhöhen, worauf bereits Williams und Kirkpatrick hingewiesen haben. Doch

kommen derartig hohe Temperaturen für biologische Forschungszwecke kaum in Frage. Für experimentell-ökologische Studien an kleineren Landtieren, insbesondere an Insekten mitteleuropäischer Breitengrade dürfte im allgemeinen die Fixierung der Temperatur des Wärmeschrankes auf 45° C ausreichen.

Über die Temperaturverhältnisse des Luftkörpers eines in 20 Halbzellen geteilten Brückenthermostaten bei einer Wärmeschranktemperatur von 45° C und einer Außenlufttemperatur von 20,5° C, gibt das Diagramm Abb. 5 Aufschluß, das auf Grund von rund 250 Temperaturmessungen

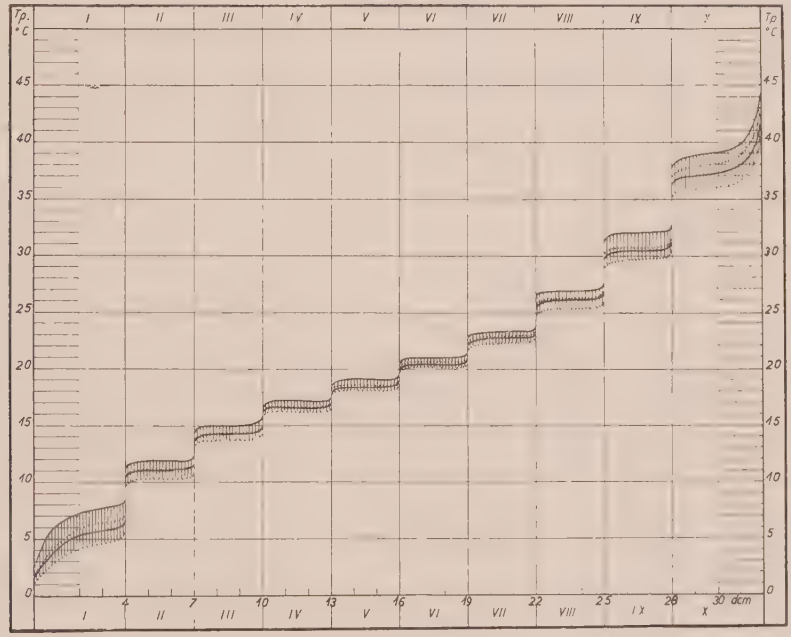


Abb. 5. Temperaturverlauf in einem 20teiligen Brückenthermostat, bei einer Wärmeschranktemperatur von 45° C und einer mittleren Zimmertemperatur von 20,5° C.[1])

gezeichnet wurde: die Ordinate zeigt die Temperaturen an, die Abszisse die verschiedenen Punkte in der ganzen Längenausdehnung des Brückennutzraums, der zur besseren Orientierung in Dezimeter geteilt ist. I—X deuten den Bereich der durch Einschaltung von 9 Querwänden geschaffenen 10 Zellen an. Der in diesem Bereich durch Schraffierung gekennzeichnete Teil umfaßt, soweit er ausgezogen umrandet ist, die Temperaturen der oberen Halbzellenreihe, der punktiert umrandete die Temperaturen der unteren Halbzellenreihe. (Die horizontale Schraffierung entlang der

[1]) Die Unterschiede in der Temperaturstaffelung zwischen dem hier gegebenen Diagramm und dem bei früherer Gelegenheit mitgeteilten (Zwölfer [14], Abb. 3) hängen mit einer inzwischen vervollkommneten Bedienungstechnik des Apparates zusammen.

rechten und linken Temperaturachse bezeichnet den Umfang des verdunkelten Stutzenanteils des Brückennutzraumes.)

Ein Vergleich von Abb. 1 und 5 läßt die ausgesprochene Temperaturstaffelung und das erheblich verstärkte Temperaturgefälle in horizontaler Richtung deutlich erkennen; ebenso die bedeutende Verminderung der Temperaturextreme in vertikaler Richtung, von denen eingangs die Rede war. Hierdurch wird der Apparat für viele Zwecke erst benutzbar. So steht beispielsweise eine Petrischale von 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe, die an irgend einem Punkt der Brücke eingestellt wird, in horizontaler Richtung für alle ihre Punkte unter nahezu denselben Temperaturbedingungen, während in ihrer vertikalen Ausdehnung die Temperaturdifferenzen zwischen oben und unten nur Bruchteile eines Grades ausmachen (ca. 0,2° C), was für die meisten Versuchszwecke belanglos bleibt. Beim Temperaturverlauf im ursprünglichen Williamschen Apparate muß demgegenüber für Petrischalen derselben Größe in vertikaler Richtung mit einer Temperaturdifferenz von rund 1,5° C gerechnet werden — ein Umstand, der bereits störend ins Gewicht fallen kann.

Im 16-teiligen Brückenthermostat zeigt der Temperaturverlauf ein entsprechendes Bild. Lediglich in den 4 äußersten Halbzellen, die unmittelbar an den Eiskasten und den Warmwasserkasten angrenzen, und die eine größere Längenausdehnung besitzen, als die entsprechenden Halbzellen des 20-teiligen Apparates, sind Wirbelbildungen feststellbar, die etwas störend wirken. Dafür besitzt der 16-teilige Apparat gegenüber dem 20-teiligen den Vorzug einer gleichmäßig diffusen Belichtung sämtlicher Zellen, welche bei ihm symmetrisch zu den Fenstertüren angeordnet sind.

Hinsichtlich der Temperaturkonstanz gibt das Diagramm Abb. 6 Aufschluß.

Ihm liegen 5-tägige Temperaturablesungen in den 10 oberen Halbzellen des 20-teiligen Apparates zugrunde. (T. I—T. X.) Außerdem enthält er noch den Temperaturverlauf des Unterbringungsraums des Apparates während der Beobachtungszeit (Z. T.) und jenen des Wärmekastens (W. T.). Die Ablesungen erfolgten tagsüber in ein- bis zweistündigem Abstand. Während der Nacht unterblieben sie. Die entsprechenden Kurvenstücke sind schätzungsweise interpoliert, wobei das mittels Six-Thermometer beobachtete nächtliche Minimum der Zimmertemperatur berücksichtigt wurde.

Die Einbuchtungen der T. I. Kurve sind durch die tägliche Eisnachfüllung des Kälteschrankes bedingt. Aus dem Diagramm geht ferner hervor, daß die Temperaturkonstanz in den einzelnen Zellen verschiedenartig ist. Am günstigsten liegt sie in den extremen Zellen. Im übrigen zeigt es sich, daß tägliche Schwankungen der Zimmertemperatur von rund 4° C solche der Zellentemperaturen bis zu ± 0,5° C zur Folge haben können. Für 2 Beobachtungstage, für welche die Zimmertemperatur Unterschiede von 2° C aufwies, betrugen die Schwankungen der Zellentemperatur nur Bruchteile eines Grades.

Extreme Schwankungen der Außenlufttemperatur von 10° C und darüber, wie sie im Winter in unregelmäßig geheizten Räumen oder im Sommer bei Eintritt von Kälte- oder Hitzeperioden sich bemerkbar machen, haben entsprechend größere Änderungen der Zellentemperaturen zur Folge

(bis zu $\pm 1{,}5^0$ C). Aus alledem geht hervor, daß der Apparat in einem möglichst gleichmäßig temperierten Raum Aufstellung finden sollte, der nötigenfalls auch während plötzlich einsetzender kühler Perioden in den Sommermonaten leicht anzuheizen wäre. Am zweckmäßigsten dürfte für solche Fälle eine elektrische Zusatzheizung des Thermostaten-Unterbringungsraums sein, die mit Hilfe eines Toluolregulators die Zimmertemperatur auf einen bestimmten Grad fixiert. Wo dies — wie etwa auf Feldstationen — nicht durchführbar ist, läßt sich durch ent-

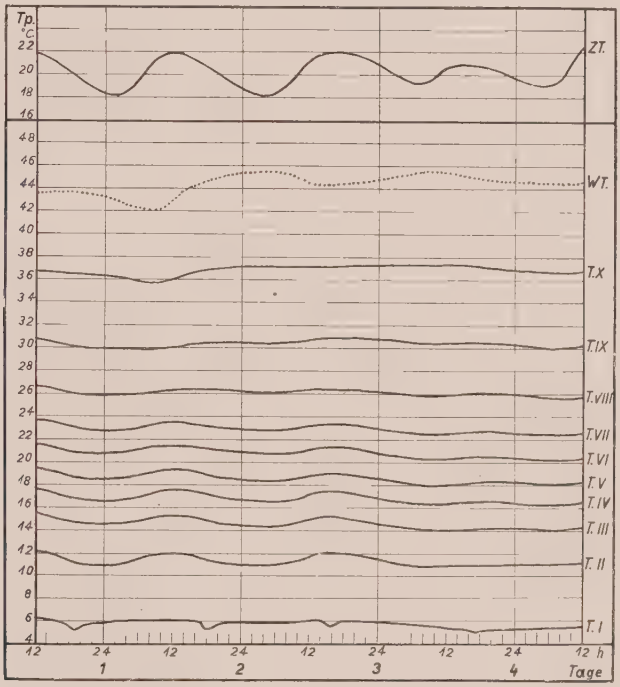


Abb. 6. Diagramm zur Temperaturkonstanz. (Näheres im Text.)

sprechende Umstellung der Versuchsgefäße in den Zellen gewisse Abhilfe schaffen.

Alles in allem ist die Temperaturkonstanz des Apparates befriedigend. Nach den vorliegenden Erfahrungen arbeitet er unter denselben Außentemperaturen in dieser Hinsicht erheblich besser als die bislang im Handel erhältlichen sogenannten Serienthermostaten.

Bedienung: Die Aufstellung des Brückenthermostaten erfolgt am zweckmäßigsten in Räumen, die nach Norden gelegen und erfahrungsgemäß am gleichmäßigsten temperiert sind.

Die Dimensionen des Eisschrankes geben die Möglichkeit, diesen mit reichlich 1 Ztr. Eis zu beschicken. Der tägliche Eisverbrauch ist ziemlich unabhängig von der Außenlufttemperatur und beträgt bei einer Wärme-

schranktemperatur von 45° C $^1/_4$ bis $^1/_5$ Ztr. Eis. Er ist damit bedeutend niederer als jener der üblichen Serienthermostaten, der nach den hiesigen Erfahrungen während der Warmwetterperiode bis zu $1^1/_2$ Ztr. pro Tag ausmachen kann. Das Eis ist in zerkleinertem Zustand einzufüllen (Eismühle!). Bei einmaliger Füllung und vorherigen Entfernung des Schmelzwassers reicht dieselbe 4 bis 6 Tage aus, ohne daß dadurch die Temperatur während dieser Zeit in den gekühlten Zellen sich um mehr als 1,5° C ändert. Um auch diese Schwankung zu vermeiden, ist es indes zweckmäßiger, das Eis täglich einmal nachzufüllen.

Die beste und gleichmäßigste Kühlwirkung wird erzielt, wenn rund 22 l Schmelzwasser dauernd im Eiskasten verbleiben. Die Mischung von Eis- und Schmelzwasser ergibt unter diesen Umständen einen Wasserstand, der einen allseitigen innigen Kontakt mit dem in den Eiskasten hineinragenden Brückenstutzen ermöglicht. Zur bequemeren Einstellung dieser Schmelzwasserhöhe ist am Kälteschrank ein Wasserstandsglas angebracht und die entsprechende Standhöhe an ihm markiert. — Im gekühlten Stutzenteil der Brücke tritt infolge der hier herrschenden niederen Temperaturen starke Bildung von Kondenswasser ein. Es empfiehlt sich dies von Zeit zu Zeit mittels Schwamm abzusaugen, um etwaige Störungen dort untergebrachter Versuche durch das Kondenswasser zu vermeiden.

Handelt es sich bei den Versuchsgefäßen, die in dem Apparat untergebracht sind, um solche, die täglich kontrolliert werden müssen, so ist eine Überlastung des Thermostaten zu vermeiden. Wird beispielsweise mit den üblichen Petrischalen von 10×2 cm gearbeitet, so können bei täglicher Kontrolle derselben bis zu 120 Stück im Apparat Aufstellung finden, ohne daß dessen Temperaturen dadurch nennenswert gestört werden. Genügt Prüfung der Versuchsgefäße in zwei- oder dreitägigem Abstand, dann lassen sich entsprechend mehr Schalen unterbringen.

B. Regulierung der Luftfeuchtigkeit.

Zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit findet bekanntlich das Prinzip konstanter Dampfspannung von Schwefelsäurelösungen verschiedener Konzentration oder konzentrierter Salzlösungen Verwendung.[1]) Eine gewisse Abhängigkeit der Dampfspannung dieser Stoffe von der jeweils herrschenden Temperatur besteht zwar in beschränktem Umfang, doch ist deren Berücksichtigung versuchstechnisch ohne weiteres möglich.

Schwefelsäurelösungen besitzen namentlich bei hohem Konzentrationsgrad den Nachteil, daß beim Hineinfallen von Teilchen organischer Substanz (Fütterung! Kotabgabe der Versuchstiere!) Oxydationsprozesse eintreten, die schließlich zur Bildung gasförmigen Schwefeldioxyds führen. Die Anwesenheit des letzteren kann nachteilige Folgen für den Versuchs-

[1]) Bodenheimer (10), Headlee (12), Zwölfer (13) und andere. (Vgl. Friederichs [11]).

verlauf haben. Hierauf ist von anderer Seite bereits hingewiesen worden. Demgegenüber besitzen sie vor Salzen den Vorzug durch entsprechende Abstufungen der Konzentration der Lösungen die Darstellung eines jeden gewünschten Feuchtigkeitsgrades zu gestatten. Ihre Anwendung dürfte sich besonders bei solchen Arbeiten empfehlen, bei denen keinerlei Fütterung der Versuchsobjekte in Frage kommt: so beispielsweise bei Insekten, wenn mit dem Puppen- oder Eistadium experimentiert wird. Im übrigen müssen Schwefelsäurelösungen von Zeit zu Zeit erneuert werden, da ihre Konzentration sich allmählich durch Wasseraufnahme oder Wasserabgabe an den Versuchsraum ändert, und damit gleichzeitig die Feuchtigkeitsstufen, die mit ihnen erreicht werden. Das Diagramm (Abb. 7) gibt eine Übersicht der relativen Luftfeuchtigkeitsgrade, die mit Schwefelsäurelösungen

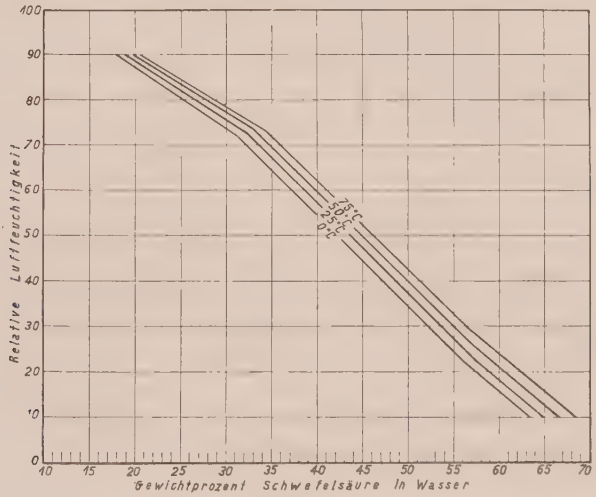


Abb. 7. Relative Luftfeuchtigkeitsgrade in %, die mit Schwefelsäurelösungen verschiedener Konzentration (in Gewichtsprozent) bei Temperaturen von 0—75° C erzielt werden. (Nach Wilson [15]).

verschiedener Konzentration (in Gewichtsprozent!) bei Temperaturen zwischen 0° bis 75° C erhalten werden.

Gegenüber Schwefelsäurelösungen besitzen konzentrierte Lösungen entsprechend gewählter Salze den Vorzug, daß das gelegentliche Hineinfallen organischer Teilchen bedeutungslos bleibt. Auch müssen sie im Gebrauch nicht so häufig erneuert werden, da bei ihnen stets überschüssig ungelöstes Salz vorhanden ist, welches bei weiterer Wasseraufnahme in Lösung geht und umgekehrt. Konzentrierte Salzlösungen regulieren sich demnach automatisch. Endlich sind sie im Gebrauch insofern handlicher, als zur Erzielung des Dampfdruckes konzentrierter Lösungen ein einfaches Anfeuchten des Salzes genügt. Bei ihrer Verwendung ist es daher möglich, mit einem festen Stoff an Stelle einer Flüssigkeit zu arbeiten. Nachteilig ist, daß die Abstufungen der verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgrade bis jetzt nicht in der Vollständigkeit geschaffen werden

können wie mit Schwefelsäurelösungen. Auch ist ihre Dampfspannung zum Teil stärker von der Temperatur abhängig als jene von Schwefelsäurelösungen.

Das Diagramm Abb. 8 gibt eine Übersicht der bei meinen Arbeiten zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit im feuchten Zustand verwendeten Salze. Aus ihm sind alle erforderlichen Einzelheiten über die Temperaturabhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeitsgrade zu entnehmen, die mit ihnen erzielt werden können.

Die Messung der Luftfeuchtigkeit erfolgte teils mit kleinen Lamprechtschen Haarhygrometern, teils mit dem Kosmoshaarhygrometer nach Holzapfel. Die Meßinstrumente wurden vor jedem Gebrauch frisch justiert, und zwar bei der nämlichen Temperatur bei der die Messung erfolgte. Diese selbst wurde im „Zuchtraum" des mit dem feuchten

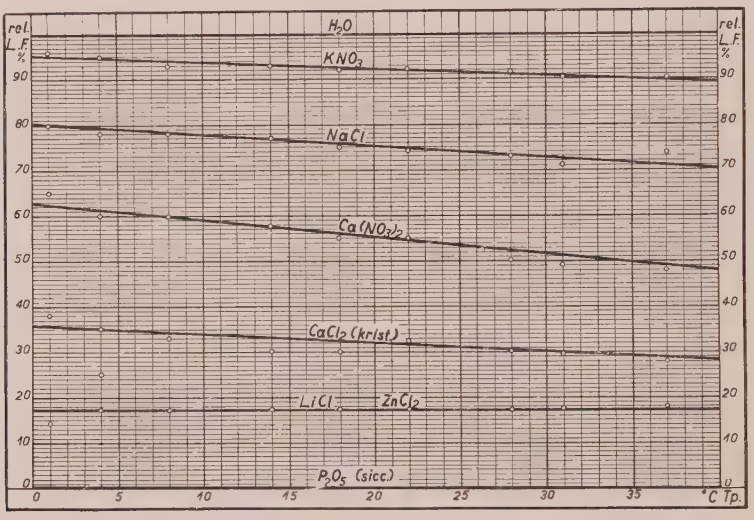


Abb. 8. Relative Luftfeuchtigkeitsgrade, die mit verschiedenen feuchten Salzen bei Temperaturen zwischen 0—40° C. erzielt werden.

Salz beschickten, weiter unten beschriebenen Hygrostaten vorgenommen, in dem das Instrument $^1/_2$ bis 1 Stunde verblieb. In der Regel erfolgt die Einstellung des Zeigers auf einen Fixpunkt schon nach $^1/_4$ Stunde. Die Genauigkeit der Meßinstrumente sollen im übrigen nach Angaben der Herstellungsfirma $\pm$ 3 % betragen. Für die niederen Luftfeuchtigkeitsgrade dürfte der Fehler nach den gemachten Erfahrungen größer sein.

Zur Erzielung von 100 % relativer Luftfeuchtigkeit dient H_2O dest. Zu jener von ca. 0 % P_2O_5 sicc. oder $CaCl_2$ sicc. Völlig trocken geben letztere entsprechend wie konzentrierte Schwefelsäure rund 0 % relative Luftfeuchtigkeit. Doch ändert sich bei ihnen im Gegensatz zu den im kristallisierten Zustand verwendeten Salzen im Laufe der Versuche infolge Wasseraufnahme der Luftfeuchtigkeitsgrad etwas. Sie sind daher von Zeit zu Zeit zu erneuern.

Auch bei den übrigen Salzen muß darauf geachtet werden, daß während der Versuchsdauer stets festes Salz in ausreichen-

der Menge vorhanden ist. Da nämlich jene Salze, die zur Erzeugung niederer Luftfeuchtigkeitsgrade dienen, aus dem Versauchsraum dauernd Wasserdampf aufnehmen, gehen ihre festen Bestandteile allmählich völlig in Lösung. Diese wird schließlich verdünnt und büßt damit ihre Regulierfähigkeit ein. Umgekehrt tritt bei manchen Salzen, so namentlich bei NaCl und KNO_3 je nach den Versuchsbedingungen der Fall ein, daß das feuchte Salz an den Versuchsraum Feuchtigkeit abgibt und schließlich austrocknet. Damit verliert es ebenfalls seine Regulierfähigkeit. Hier ist es notwendig, das Salz von Zeit zu Zeit frisch anzufeuchten. Was im besonderen $CaCl_2$ krist. angeht, das zur Erzielung von Feuchtigkeitsgraden von 30—40 % verwendbar ist, so schmilzt es bei Temperaturen über 32 ° C. Da sich in der Schmelze keine festen Salzbestandteile nachweisen lassen, bleibt die Feststellung ob es sich um eine konzentrierte oder verdünnte Lösung handelt unter diesen Temperaturbedingungen schwierig. Auch für diesen Fall ist eine zeitweilige Erneuerung der Salzfüllung zweckmäßig — Nicht genügende Beachtung all dieser Umstände kann Fehl resultate zur Folge haben.

* * *

Die praktische Nutzbarmachung der genannten Prinzipien zur Regelung der Luftfeuchtigkeit eines abgeschlossenen Raumes kann in verschiedener Weise ausgeführt werden. Sieht man von der Verwendung bewegter Luft ab, was die Versuchstechnik außerordentlich vereinfacht, dann muß beachtet werden, daß ruhende Luftschichten sich nur äußerst langsam auf einen einheitlichen Feuchtigkeitsgrad einstellen. Dieser Umstand erfordert grundsätzlich die Wahl flacher Versuchsgefäße, in welche die feuchtigkeitsregulierende Substanz — gleichviel ob es sich dabei um Schwefelsäurelösungen oder feuchte Salze handelt — mit größtmöglicher Oberfläche an die Luftschicht des Versuchsraumes angrenzt, dessen Feuchtigkeitsgehalt geregelt werden soll. Aus diesem Grunde sind auch hohe Versuchsgefäße wie Reagenzgläser, Exikkatoren, hohe Glasdosen, in welche die feuchtigkeitsregulierende Substanz in kleinen Schalen eingestellt wird, usw. für vorliegende Zwecke nur bedingt verwendbar. Mit jedesmaligem Öffnen, was beispielsweise beim täglichen Füttern von Versuchstieren nicht zu vermeiden ist — währt es stunden- und selbst tagelang bis der gewünschte Feuchtigkeitsgrad auch in den oberen Teilen der Versuchsgefäße wieder erreicht wird. Wie entsprechende Versuche zeigten, macht sich dieser Mißstand namentlich dann bemerkbar, wenn zur Fütterung bestimmte, grüne Pflanzenteile in solch hohe Versuchsgefäße eingestellt werden. Die Regulierung der Luftfeuchtigkeit wird dann ohne Verwendung bewegter Luft praktisch unmöglich.

Aus den angedeuteten Gründen fanden bei meinen Versuchen zunächst flache Petrischalen Anwendung (10 cm Durchmesser, 2 cm Höhe), die in zweckentsprechender

Weise hergerichtet wurden. Abb. 9 A zeigt den Querschnitt durch einen derartigen „Hygrostaten". Der Deckel der Petrischale (P_1) dient zur Aufnahme der feuchtigkeitsregulierenden Substanz (s), die ihn in breiter Schicht erfüllt. Der ursprüngliche Bodenteil der Petrischale (P_2) umschließt den Zucht- oder Versuchsraum (Z). Beide Schalenhälften sind durch ein Stück Glasbatist (b) getrennt, derart, daß der Luft jederzeit der Durchtritt ermöglicht ist.

Die Salzschale (P_1) enthält zu unterst einige Lagen Filtrierpapier (F), die zum Aufsaugen überschüssiger Flüssigkeitsmengen beim Arbeiten mit Salzen dienen. Unerläßlich ist es, den Innenrand der Salzschale (P_1) vor Einbringung des Salzes mit einer dünnen Schicht Vaselin (v) gleichmäßig zu überstreichen. Die bei gewissen Salzen infolge Adhäsion oft schon nach wenigen Tagen eintretenden starken Salzverkrustungen aller Hygrostatenteile lassen sich durch diese Maßnahme vollständig vermeiden.

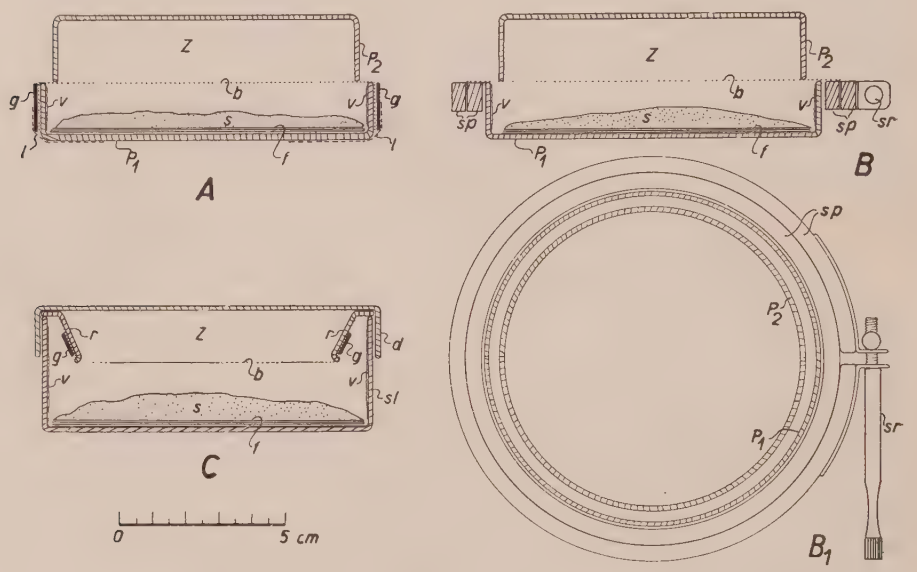


Abb. 9. Querschnitte durch drei verschiedene Hygrostatenformen. (Näheres im Text.)

Der Glasbatist wird mit Hilfe eines Gummiringes über die Salzschale (P_1) gespannt. Um später sein Abgleiten zu verhindern, wird er mit vier Leukoplaststreifen am Boden der Salzschale befestigt. Im übrigen werden die beiden Schalenhälften (P_1) und (P_2) während des Gebrauches durch ein Gummiband zusammengehalten (in der Figur nicht eingezeichnet).

Durch diese Anordnung, die sich in der Folge recht gut bewährt, sind die obigen Forderungen weitgehend berücksichtigt. In der Tat pflegten die benutzten Haarhygrometer im Zuchtraum solcher Schalen sich innerhalb $^1/_4$ Stunde auf ihren Fixpunkt einzustellen. Auch das Einbringen von frischem Futter in Form von Koniferennadeln, Laubblättern u. dgl., wie es als Nahrung für viele Insekten in Frage kommt, hatte keine bemerkenswerte Störung der im Zuchtraum der Hygrostaten herrschenden Luftfeuchtigkeit zur Folge, wenn es in kleinen, für die Ernährung der Versuchsobjekte ausreichenden Gaben eingelegt wurde.

Durch den etwas übergreifenden Deckel der Salzschale ist eine gewisse Durchlüftungsmöglichkeit des Zuchtraumes gegeben. Da die von außen eindringende Luft erst über die feuchte Salzmasse streichen muß, ehe sie in den Zuchtraum gelangt, ist ein Störung der Feuchtigkeitskonstanz in diesem vermieden. Für gewisse sehr kleine Versuchsobjekte ist an Stelle des Glasbatistes ein feineres Gewebe zu wählen (Crêpe de Chine oder Müllergaze). Auch empfiehlt sich bei diesen sofern es sich um helle Objekte handelt, ein dunkelfarbiges Gewebe anzuwenden, das ihre Beobachtung erleichtert. Für bestimmte Untersuchungsobjekte (holzbohrende Insektenlarven usw.) muß an Stelle der Batistbespannung feinstes Messinggewebe verwendet werden.

* * *

Zwei weitere handliche Hygrostatenformen sind in Abb. 9 B und C im Querschnitt dargestellt. Ihre Anwendung ist namentlich dann lohnend, wenn mit einer großen Zahl von Einzelversuchen gearbeitet werden muß.

Bei der in Abb. 9B wiedergegebenen Form ist der Glasbatist nicht mit der Salzschale fest verbunden, sondern in einen „Stickrahmen" (Abb. 9B, B_1) eingespannt, wie er in Nähmaschinengeschäften in der benötigten lichten Weite von 10 cm erhältlich ist. Es bedeuten: sp: Spannvorrichtung aus Holz, sr: Schraubverschluß. Alles weitere ist der Abbildung zu entnehmen. Auch hierbei werden die beiden Schalenhälften im Gebrauch durch ein Gummiband zusammengehalten (in der Abbildung nicht eingezeichnet).

Der in Abb. 9C im Querschnitt dargestellte Hygrostat[1]) besteht aus einer flachen Glasdose, die als Salzschale (sl) dient, einem konischen Glasring (r), welcher mittels seines oberen Falzes in die Salzschale hineingehängt werden kann, und einem Glasdeckel (d) der auf den Falz des Glasringes (r) aufgeschliffen ist. Der Glasbatist (b) wird hierbei wie in der Abbildung eingezeichnet mit Hilfe eines Gummiringes (g) über den verjüngten Teil des Glasringes (r) gespannt. Der durch Glasring, Batist und Schalendeckel abgeschlossene Raum dient als Zucht- oder Versuchsraum. Die Maße dieses Hygrostaten, der in drei verschiedenen Größen hergestellt wird, sind so gewählt, daß sie eine rasche Einstellung des gewünschten Luftfeuchtigkeitsgrades im Versuchsraum gewährleisten. Statt mit Überfalldeckel wird diese Form auch mit Glasdeckel und Rillenabschluß hergestellt. Bei beiden Deckeln ist der Abschluß so dicht, daß selbst kleinere Untersuchungsobjekte nicht entweichen können.

Alles in allem erwiesen sich die beschriebenen Einrichtungen zur Feuchtigkeitsregulierung nicht nur für Versuche mit Ruhestadien (Eiern und Puppen) von Insekten, sondern auch zur Aufzucht ihrer übrigen Entwicklungsstufen, die auf Nahrungsaufnahme angewiesen sind, als praktisch brauchbar.

Speziell bei Laubfütterung zeigte sich allerdings, daß die vom Zweig abgeschnittenen Blätter unter relativen Luftfeuchtigkeitsgraden von ca. 90% an abwärts schon nach wenigen Stunden einen Zustand erreichen, der sie als Nahrung für Versuchstiere vielfach unbrauchbar macht. Äußer-

[1]) Die Form 9C wurde gemeinsam mit der Firma Dr. Bender & Dr. Hobein, München konstruiert, der ich für ihr verständnisvolles Eingehen auf meine Wünsche Dank schulde. Die genannte Firma hat sich das Herstellungsrecht für diese Hygrostaten vorbehalten. Wo nicht erhältlich können auch die erwähnten „Stickrahmen" von ihr bezogen werden.

lich ist an solchen Blättern von Welkeerscheinungen noch nichts wahrzunehmen, doch erleiden sie offenbar infolge Wasserverlust durch Verdunstung eine Veränderung. Bei Fütterung von Koniferennadeln und Knospen (Kiefer, Fichte) konnte entsprechendes bislang nicht beobachtet werden. Durch etwa dreistündig wiederholten Futterwechsel läßt sich bei Blattfütterung die angedeutete Fehlerquelle beseitigen. Technisch ist dies, wenn mit großen Versuchsreihen gearbeitet wird, jedoch kaum durchführbar. Am

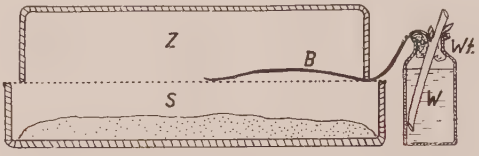


Abb. 10. Benutzung des Hygrostaten bei Laubfütterung.

besten ist der Mißstand durch eine Vorrichtung zu beheben, wie sie die Skizze (Abb. 10) im Querschnitt darstellt. Hier ragt der Stiel des Futterblattes (B) während der Versuchsdauer in ein kleines Wassergefäß, dessen Inhalt für die Frischhaltung des Blattes sorgt. Auch bei dieser Anordnung tritt — wie mehrere Kontrollversuche ergaben — keine merkbare Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit des Zuchtraumes durch das Futter ein. Im übrigen werden so behandelte Futterblätter von den Versuchstieren auch noch nach Tagen als Nahrung angenommen. —

Literatur.

1. Shelford, V. E., Laboratory and Field Ecology. London 1929.
2. Chapman, R. N., Animal Ecology, with especial reference to insects, 1. ed. New York and London 1931.
3. Escherich, G. U., Ein multipler Thermohygrostat mit ständiger Lufterneuerung. Anz. f. Schädlingsk. 6, 1930, S. 13—14.
4. Brindley, T. A., and Richardson, C. H., Constant temperature and humidity apparatus for use in the experimental study of insects. Iowa State Coll. Journ. of Science Vol. V, 1931, S. 211—221.
5. Krogh, A., Thermostate und Thermoregulation. Zeitschr. f. Biol. Techn. u. Meth. Bd. 3, 1913, S. 262—266.
6. Przibram, H., Die Biologische Versuchsanstalt in Wien. — Ibid. S. 163—245.
7. — — Experimental-Zoologie, Bd. 7 Zootechniken. Leipzig und Wien 1930.
8. Williams, C. B., and Kirkpatrick, T. W., A multiple temperature incubator Minist. of Agr. Egypt. Tech. and Scient. Serv. Bull. Nr. 38. Cairo 1924, 13 St.
9. Friederichs, K., und Steiner, P., Wie man sich einfache Thermostaten selbst herstellen kann. Anz. f. Schädlingsk. 6, 1930, S. 125—128.
10. Bodenheimer, S. F., und Mitarbeiter, Epidemiologische, ökologische und physiologische Studien über die afrikanische Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* Forsk. Zeitschr. f. ang. Ent. 15, 1929, S. 435—557.
11. Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. I. Berlin 1930.

12. Headlee, T. J., Some facts relative to the influence of atmospheric humidity on insect metabolism. Journ. Ec. Ent. 10, 1917, S. 31—38.
13. Zwölfer, W., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule *Panolis flammea* Schiff. Zeitschr. f. ang. Ent. 17, 1931, S. 475—682.
14. Ders., Ein verbesserter Williamscher Brückenthermostat. Anz. f. Schädlingsk. 8, 1932, S. 13—16.
15. Wilson, R. E.,[1]) Humidity Control by Means of Sulfuric acid Solutions, with critical compilation of vapour pressure data. Journ. Ind. and Engin. Chem. Vol. 13, 4, 1921, S. 326—331.

Abgeschlossen 1. März 1932.

[1]) Zitiert nach Chapman (2).

Icerya purchasi Mask. und Novius cardinalis Muls.

Eine bevölkerungswissenschaftliche Studie über die Grundlagen der biologischen Bekämpfung.

Von

F. S. Bodenheimer-Jerusalem.

(Mit 8 Abbildungen).

Inhalt.

Seite

I. *Icerya purchasi* Mask. 515
1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *I. purchasi*. Zur Lebensgeschichte der Art in Palästina 515
2. Die begrenzenden und fördernden Faktoren für den Massenwechsel von *I. purchasi*. 519
II. *Novius cardinalis* Muls. 521
1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Novius cardinalis* in Palästina 522
2. Über die klimabedingte Sterblichkeit 525
3. Über die Fraßmenge von *Novius cardinalis* in den verschiedenen Entwicklungsstadien 527
III. Die Wechselwirkung von *Icerya* und *Novius* als bevölkerungswissenschaftliches Problem 531
IV. Schaden und Bekämpfung von *Icerya purchasi* 540

* * *

Vor einigen Jahren versuchte Verfasser (1) den klimatischen und biotischen Komplex von *Pseudococcus citri* Risso in Palästina zu klären. Diesem Versuch folgt als zweite Studie zur Bevölkerungslehre der Citrus-Insekten nun eine weitere über die australische Wollaus *Icerya purchasi* Mask. Es muß als geradezu erstaunlich angesehen werden, daß bisher fast gar keine exakten Angaben zur Lebensgeschichte und Ökologie dieses Schädlings wie seines Feindes, *Novius cardinalis* Muls. existieren. Ein vereinzelter Versuch Kuwanas (2) fand keine Nachfolge. Gerade weil die Beziehungen *Icerya/Novius* als klassisches Beispiel erfolgreicher biologischer Bekämpfung in alle Lehrbücher übergegangen sind, war es endlich erforderlich, an Hand von einwandfreiem Zahlenmaterial dieselben quantitativ verstehen zu suchen. Dies Ziel ist keineswegs erreicht worden,

aber ein erster Schritt in dieser Richtung ist doch endlich getan. Neue Probleme sind dadurch vielfach an Stelle der alten entstanden.

Der Anstoß zu vorliegender Arbeit war ein großer Schadherd von *Icerya* in einer Gruppe von „Pardessim" (= Orangengärten) in Chederah, welche von der „Agudath Netaim" und der Anglo-Palestine Co. gemeinsam verwaltet wurden. Dem Verfasser wurde die Bearbeitung des Problems von der Leitung der beiden Gesellschaften anvertraut, Herr Tennenbaum als Hilfsarbeiter gewonnen und eine Feldstation eingerichtet, welche seit Mai 1928 in dem Schadbezirk selbst arbeitet. Den Leitern der beiden Gesellschaften, besonders den Herren Jacobson, Eisenberg und Margulies, wie den Verwaltern der Pardessim während dieser Jahre (besonders Herrn Dr. Eichenberg) gebührt der Dank für die verständnisvolle Förderung auch der außerhalb des direkten Rahmens der praktischen *Icerya*-Bekämpfung liegenden Arbeiten.

I. *Icerya purchasi* Mark.

1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Icerya purchasi*. Zur Lebensgeschichte der Art in Palästina.

Individuelle Zuchten von *Icerya purchasi* erwiesen sich ohne besondere komplizierte Laboratoriumseinrichtungen als nicht durchführbar. Von 196 im Jahre 1928 bezeichneten Individuen, deren Entwicklungszyklus im Freien verfolgt werden sollte, wurden 130 einwandfrei durch *Novius*-Fraß beendet, wahrscheinlich auch die überwiegende Mehrheit der übrigen 66 Tiere, von denen nur eins zur Eisackbildung schritt. Ähnlich blieben die Ergebnisse der folgenden Jahre. Nur wenige Zuchten gestatteten genaue Angaben über alle Stadien.

Beginn	Ei	1. Larve	2. Larve	3. Larve	Präoviposition	Total
Juli 1930	35	17	18	11	15	96 Tage
Juli 1930	35	12	16	24	11	88 „
Juli 1931	16	18	17	23	15	88 „
Juli 1930	35	14	16	16	17	98 „
Juni 1931	16	19	14	18	12	79 „

Hingegen konnte die Entwicklung der Hauptmasse der Generationen leicht verfolgt werden. Für 1928/29 gelten z. B. folgende Daten:

Ende Dezember/Anfang Januar erreicht die letzte Generation ihre Reife und bildet gegen Ende Januar ihre Eiersäcke. Die Weibchen dieser ersten Generation reifen Ende April/Anfang Mai und bilden Mitte/Ende Mai ihre Eiersäcke. Anfang August wurden die Larven dieser zweiten Generation zu Weibchen, welche Mitte/Ende August ihre Eier legten. In warmen Jahren ist die gesamte Entwicklung etwas beschleunigt, so daß statt Ende Januar bereits im Ende Oktober/Anfang November (z. B. Herbst

1929) bereits die Eiersackbildung der dritten Generation einsetzt. Die Generationenzahl liegt für die Küstenebene Palästinas zwischen 6 und 7 in zwei Jahren näher an 7 als an 6.

Als Ansatz für unsere Berechnungen wählen wir die Tatsache, daß in Schizuoka 5, in Palästina 7 Generationen sich in je zwei Jahren entwickeln. Die gesamte Wärmesumme oberhalb 0° C beträgt aldann:
für Schizuoka . 10 332 Tagesgrade : 5 = 2 066 Tagesgrade je Generation
für Sarona . . 14 568 „ : 7 = 2 081 „ „ „

Die Gleichheit dieser Quotienten für jede Generation beweist, daß der Entwicklungsnullpunkt ganz in der Nähe von 0° C liegen muß. Wir erhalten also als Ansatz c = 0° C; Th. C. = 2074 Tagesgrade.

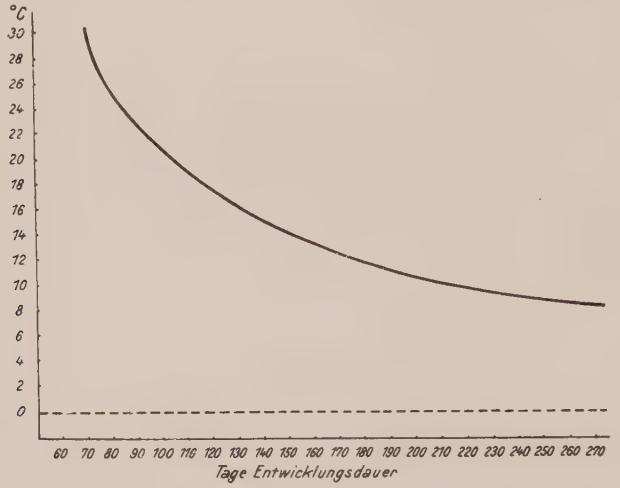


Abb. 1. Temperaturentwicklungskurve von *Icerya purchasi* Mask.

Die entsprechende Hyperbel ist in Abb. 1 dargestellt. In diese Berechnung ist die Präovipositionsperiode eingeschlossen und die mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit zugrunde gelegt, so daß die Ergebnisse epidemiologisch verwendbar sind.

Die Zahl der Generationen pro Jahr ist aus den später folgenden Tabellen zu ersehen. Das auffallendste und wichtigste Resultat dieser Hyperbel ist die Erklärung für die zuvor unverständliche Tatsache, weshalb *Icerya* auch in den Tropen nicht mehr als vier jährliche Generationen entwickelt. *Icerya* stellt einen neuen Massenwechseltyp dar, wie er zuvor noch nicht zur Analyse gelangte. Der überaus niedrige Entwicklungsnullpunkt sowie der hohe Wert der Thermalkonstante zusammen bewirken eine starke Abbremsung der Entwicklungsgeschwindigkeit bei höheren Temperaturen.

Wir sind somit auf überaus einfache Art und Weise zu einer brauchbaren Temperaturentwicklungskurve für *Icerya purchasi* gelangt.

Um einen Begriff über die Gesamtmenge von *Icerya* an einzelnen Orangenbäumen sowie ihre Verteilung nach Höhe und Himmelsrichtung

zu gewinnen, wurden im Befallsjahr 1930 im Monat September 4 mäßig befallene Bäume sorgfältig durchgezählt. Die Angaben betreffs der erwachsenen Tiere beanspruchen einen hohen Grad von Genauigkeit, während von Larven sicher sehr viele übersehen wurden. Die Verteilung ist eine gleichmäßige nach Himmelsrichtung und Höhe, da der unterste Meter und oberhalb zwei Meter das Laub weniger dicht und locker wird.

Verteilung von *Icerya purchasi* an 4 Orangenbäumen nach Höhe und Himmelsrichtung.

Höhe	Nord	Ost	Süd	West	Total	Novius
0—1,0 m	53/12	44/23	37/15	64/15	198/65 = 263	10
1,0—1,5 „	47/10	55/13	46/15	41/11	189/49 = 238	4
1,5—2,0 „	46/18	48/28	34/17	38/10	168/70 = 238	14
2,0—2,5 „	21/10	15/—	36/2	18/3	90/15 = 105	8
Total	215	226	199	200	645 + 199 L. **= 161 + 50 L. pro Baum**	36

L. = Larven auf der rechten Seite des Bruches.

Die Zahl von 161 erwachsenen *Icerya* übertrifft diejenige, auf welche ein flüchtiger Beschauer geschätzt hätte, um ein Beträchtliches. Sie erklärt aber, zumal wenn wir eine entsprechende Menge von Larven hinzurechnen, die überaus starke Honigtauproduktion auf einem solchen Baume.

Die Zahl der *Novius* (Nur Imagines) bezogen auf die der erwachsenen *Icerya* betrug 4,3%.

Die Eierzahl von *Icerya purchasi* ist außerordentlich variabel. Riley, Marchal und andere haben sie auf Grund von Stichzählungen auf 500 und darüber pro Ovisack bezeichnet. Sichere Beobachtungen liegen bisher wiederum nur von Kuwana vor, der von Schizuoka (Japan) folgende Werte meldet:

Monat	n	Durchschnittliche Ei-Zahl pro Ovisack
Mai	30	411
Juni	7	1592
September	24	220

Die Angaben für Mai und Juni beziehen sich auf die erste, diejenigen für September auf die zweite Generation. Etwa 10% der Werte für Mai und September sind noch im Weibchen befindliche Eier.

$3^1/_2$ jährige Beobachtungen in Palästina ergaben wesentlich niedrigere Werte.

Eizahl von *Icerya purchasi* in Palästina.

Monat	1928				1929				1930				1931				Durchschnitt
	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	n	Durchschnitt	Maximum	Länge des Ovisack	
1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	199	345	17	(199)
3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	374	602	24	(374)
4.	—	—	—	—	10	167	266	32	10	216	376	31	10	357	525	25	247
5.	—	—	—	—	10	354	544	44	17	146	270	24	—	—	—	—	250
6.	10	312	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(312)
7.	4	355	400	41	10	260	415	32	20	149	340	16	10	126	180	16	297
8.	7	274	830	52	10	104	225	23	9	38	56	12	8	127	194	15	181
9.	—	—	—	—	10	115	231	27	10	56	80	—	4	104	122	15	92
10.	9	130	215	40	10	76	129	23	—	—	—	—	7	109	157	17	105
11.	—	—	—	—	5	102	172	21	9	73	130	13	10	75	119	12	83
12	—	—	—	—	—	—	—	—	10	70	145	15	10	141	308	17	106
	221	n = 30			173	n = 65			127	n = 85			176	n = 79			**169**

Selbst wenn wir 10% noch nicht abgelegter Eier hinzurechnen, ergibt sich ein Durchschnittswert von nur 186 Eiern pro Weibchen.

Welch äußere Faktoren beeinflussen in erster Linie die Eierzahl? Es ist keine Frage, daß die Nahrung hierbei eine sehr wichtige Rolle spielt. Wir vergleichen die Daten für Orangen und Spartium junceum in Chederah aus dem Jahre 1931:

Durchschnittliche Eierzahl im Jahre 1931.

Monat	an Citrus		an Spartium		an Xanthium	
	Mittel	n	Mittel	n	Mittel	n
1.		—	255	10		
2.	199	10	199	10		
3.	374	10	115	10		
4.	357	10	—	—		
5.	—	—	—	—		
6.	—	—	—	—		
7.	126	10	100	7		
8.	127	8	—	—	163	1
9.	104	4	118	10		
10.	109	7	81	9		
11.	75	10	94	10		
12.	141	10	54	10		
Total	188	79	128	76	163	1

In den vergleichbaren 7 Monaten verhält sich die durchschnittliche Eierzahl für *Citrus* : *Spartium* wie 100 : 64,5 %. Da *Spartium* noch eine Nährpflanze ist, auf welcher sich *Icerya* relativ gut entwickelt, so muß bei ungünstigen Nährpflanzen eine noch viel größere Differenz angenommen werden. Warmhäuser mit mehr oder weniger gleichmäßiger Temperatur und Feuchtigkeit wären für Versuche dieser Art sehr geeignet.

Die Temperatur allein hat nur einen geringen Einfluß:

Temperaturbereich	n	Durchschnittliche Eierzahl
12—20 ° C	73	200
20—25 ° C	75	162
25—29 ° C	107	168

Die Feuchtigkeit allein hat ebenfalls nur einen geringen Einfluß, aber feuchte Wärme gewährt Optimalbedingungen. In der trockenen Sommerhitze Palästinas vermögen wir den einzigen Gegensatz zu dem warmen Sommer Japans aufzufinden, welcher die Unterschiede in den Eierzahlen der beiden Länder zu begründen vermöchte.

Die Zahl der bekannten Nährpflanzen von *Icerya* ist außerordentlich groß und trotzdem wissen wir über die Nahrungsökologie von *I. purchasi* so gut wie nichts.

So gibt es zum Beispiel verschiedene Aufsätze, welche auf *I. purchasi* als möglichen Kartoffelschädling hinweisen. Das bewog Verfasser zu dem Versuch *Icerya* in großen Mengen künstlich auf Kartoffelsprossen ziehen zu wollen (analog *Pseudococcus citri*). Erwachsene Weibchen begannen leicht mit der Bildung von Eiersäcken, doch nie gelangte auch nur eine einzige der jungen Larven zur Fixierung. Alle wanderten vielmehr sofort ab und starben Hungers. Die Weibchen, welche wie viele Monophlebinen vor der Eiablage häufig wandern und vielleicht ein Hungerstadium durchmachen, hätten auch auf einem Kistenbrett mit der Bildung des Eisackes begonnen. Es ist ganz sicher, daß viele Angaben über Nährpflanzen von *I. purchasi* lediglich auf der Auffindung von Weibchen mit Eiersäcken an denselben zurückzuführen sind. Eine Liste der wirklichen Nährpflanzen von *I. purchasi* mit Angaben über ihren Einfluß auf Eizahl, Entwicklungsgeschwindigkeit und Larvensterblichkeit unserer Schildlaus steht noch aus. Gewisse Nährpflanzen mögen älteren Larven eine Entwicklungsmöglichkeit bieten, nicht aber jüngeren.

Die Verbreitung von *I. purchasi* auf alle Entfernungen, welche ganz wenige Meter übersteigen, erfolgt passiv durch Wind oder Transport. In welchem Umfange ältere Larven oder ganz junge Weibchen noch durch den Wind verbreitet werden, wäre sicher wichtig festzustellen.

2. Die begrenzenden und fördernden Faktoren für den Massenwechsel von *Icerya purchasi*.

Vergleichen wir den Verlauf der Temperatur- und der Massenwechselkurve von *Icerya* von 1928—1931 in Chederah, so ersehen wir auf den

ersten Blick, daß die Gipfel sich häufig mehr oder weniger decken, wenn wir Verschiebungen um einen Monat außer acht lassen. Hierzu sind wir berechtigt, da ja die Temperatur auf die Sterblichkeit während der Gesamtentwicklung einwirkt. Nur der Frühjahrsgipfel 1931 liegt lange vor dem Anstieg und ist wesentlich höher als der entsprechende Sommergipfel. Diese niedere Lage des letzteren beruht fraglos auf den intensiven Bekämpfungsmaßnahmen dieses Jahres. Hohe Wärme im Anstieg fördert unter normalen Bedingungen die Massenvermehrung von *Icerya*. Inwieweit die Hochsommerhitze die Sterblichkeit der Eier und jungen Larven von *Icerya* beeinflußt, läßt sich zurzeit noch nicht feststellen. Jedenfalls ist dieselbe weit geringer als bei ihrem Feinde *Novius*.

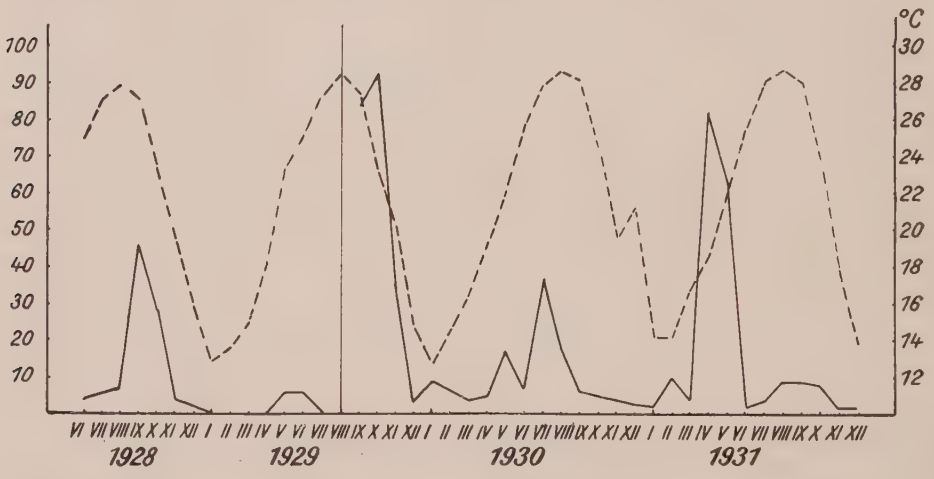


Abb. 2. Massenentwicklung von *Icerya* in Atta auf Grund der monatlichen 100-Blattzählungen (bis VIII. 1929 von je 3, später von je 4 Bäumen das Mittel; —) und der Temperaturgang (- - -) vom Juni 1928 bis Dezember 1931.

Die anderen Werte für den Winter sind ganz vorwiegend auf die Tätigkeit biotischer Faktoren, besonders von *Novius* zurückzuführen. Der Analyse derselben ist ein besonderer Abschnitt gewidmet.

Die Werte für den augenblicklichen Wärmetod liegen für *Icerya* auffallend niedrig:

	Ganz junge Larven n = 30		Junge ♀ n = 29	
1. Beginn der Kältestarre	19,0		16,7	
2. Nur leichte Bewegungen der Beine und Antennen	—		—	
3. Kriechen mit Unterbrechungen .	23,2		23,8	
4. Normale Aktivität	23,4	(22,5—27,5)	24,2	(23—27)
5. Starke Aktivität	28,6		27,7	
6. Höchste Erregung	33,0		35,6	
7. Beginn der Wärmeparalyse . .	—		41,3	
8. Wärmetod	38,9		42,2	

Eine Vorzugstemperatur ließ sich nicht ermitteln, da die Tiere in der Temperaturorgel unbeweglich sitzen bleiben. Bei ca. 33° C liegt die Grenze der Schreckzone.

Es geht daraus hervor, welch vernichtende Wirkung ein mehrtägiger Chamsin von 38—42° C auf die *Icerya*bevölkerung haben muß. Die Frühjahrs-Chamsine beeinflussen den Massenwechsel weitgehend. Ihr Ausbleiben fördert, ihr starkes Auftreten unterbricht eine Massenvermehrung.

Die niederen Werte für den augenblicklichen Wärmetod nebst der deutlichen Optimallage bei hoher Feuchtigkeit weisen darauf hin, daß *Icerya* von Hause aus ein echtes Tropentier, nicht eine Bewohnerin der Subtropen ist. Doch ist sie für das Leben in den letzteren — Vermeidung allzu großer Extremlagen und Vorhandensein einer gewissen Feuchtigkeit vorausgesetzt — gleichfalls geeignet. Die von Riley vermutete Heimat (Insel Mauritius und Bourbon; östlich von Madagaskar) stimmt gut zu diesen experimentellen Ergebnissen. Ebenso das neuerdings von Silvestri als Heimat vermutete Südchina.

Von entscheidend begrenzendem Einfluß sind Frosttemperaturen während des Winters. Balachowsky berichtet, daß in dem außergewöhnlich harten Winter 1928/1929, in dem an der französischen Riviera Minimalwerte von — 12° C gemessen wurden, zahlreiche Infektionsherde von *Icerya* daselbst vernichtet wurden. In der geographischen Verbreitung bilden die Alpenmassive in Frankreich, die Hochplateans in Algerien mit ihrem normalerweise strengen Winter unüberwindliche Verbreitungshindernisse. Bei Paris vermag sich die Art im Sommer gut zu entwickeln und in milden Wintern auch durchzuhalten. Auf die Dauer scheint sie, auch nach der Ansicht Balachowskys, sich daselbst nicht halten zu können.

Kälte und hohe, trockene Hitze sind absolute Begrenzungen. Ein warmes, feuchtes Klima, wie es in Warmhäusern oft zu finden ist, ist einer Massenvermehrung günstig.

II. *Novius cardinalis* Muls.

Dieser Feind von *Icerya* ist zu bekannt, als daß eine morphologisch-systematische Beschreibung oder eine Wiederholung der Geschichte seiner erfolgreichen Einbürgerung in anderen Ländern wiederholt zu werden brauchte.

Die Art wurde um das Jahr 1912 von Beirut und Portici (Professor Silvestri) her mehrfach in die Orangengärten von Petach Tikwah eingeführt. In den Orangengegenden in Judäa und Samaria scheint *Novius* heute weit verbreitet zu sein, aber in einer im allgemeinen recht geringen Individuenzahl. Es hat Jahre gedauert, ehe Verfasser in Petach Tikwah zum Beispiel den ersten Käfer auffand.

1. Über die Generationenzahl und die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Novius cardinalis* in Palästina.

Auf Grund von Zimmerzuchten in luftiger Steinbaracke stellen wir die empirischen Daten über die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Außenwärme zusammen. Aus ihnen ergibt sich eine Hyperbel mit den Konstanten: $c = 9{,}0\,^{0}C$, Th. C. = 371 Tagesgrade für die kürzeste Entwicklungsdauer. Abb. 3 gibt die betreffende Hyperbel mit der Schwankungsbreite wieder. Das Entwicklungsoptimum liegt bei etwa 26° C.

Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von *Novius cardinalis* vom Ei bis zum Käfer von der mittleren Wärme während ihrer Entwicklung.

°C	n	Mittlere Entwicklungsdauer		Abweichungen in %	schnellste Entwicklung	
		empirisch Tage	berechnet Tage		empirisch Tage	berechnet Tage
13,8	1	86,0	77,3	+ 11,2	86	78
14,3	7	74,9	70,0	+ 7,0	68	68
15,5	3	65,3	57,1	+ 14,4	58	54
16,4	6	50,2	50,1	+ 0,2	39	46
17,5	5	42,6	43,6	— 2,3	40	40
18 6	3	36,7	38,2	— 3,9	33	35
19,5	6	33,8	35,3	— 4,2	30	32
20,5	11	31,8	32,2	— 1,2	28	29
21,5	7	29,2	29,8	— 2,0	26	26
22,5	6	28,3	27,5	+ 2,9	22	24
23,5	11	25,7	25,6	+ 0,4	20	22
24,5	7	24,3	23,9	+ 1,7	21	21
25.5	7	22,6	22,4	+ 0,9	19	19
36,6	11	24,6	21,1	+ 16,6	21	18
27,6	18	21,8	19,9	+ 9,5	18	17
28,2	23	20,9	19,3	+ 8,3	16	17

Die Kopula beginnt sofort nach dem Schlüpfen, die Präovipositionsperiode (Intervall) dauert im Sommer 3—4 Tage, im Winter 1—3 Wochen.

Diese Werte ergeben für die Küstenebene Palästinas eine Maximalgeschwindigkeit der sich am schnellsten entwickelnden Individuen von zwölf Generationen. Eine Kombination der mittleren Entwicklungsgeschwindigkeit jeder Generation mit dem kürzesten Intervall ergibt neun, eine solche des mittleren Intervalls mit der mittleren Entwicklungsdauer etwa sechs Generationen im Jahresverlaufe.

In der Küstenebene Palästinas tritt keine Ruheperiode ein. Im Winter ist die Entwicklung lediglich verlangsamt, aber nicht unterbrochen. Die kürzeste beobachtete Entwicklungsdauer war 16 Tage im Hochsommer, die kürzeste mittlere Entwicklungsdauer 21 Tage zur selben Jahreszeit! Die längste beobachtete Entwicklungsdauer war 110 Tage im Winter bei einer gleichzeitigen mittleren Entwicklungsdauer von 70 bis 77 Tagen.

Die Eier werden vereinzelt in oder an die Eihaufen von *Icerya* gelegt und schlüpfen nach wenigen Tagen. Auch die Puppenruhe ist ver-

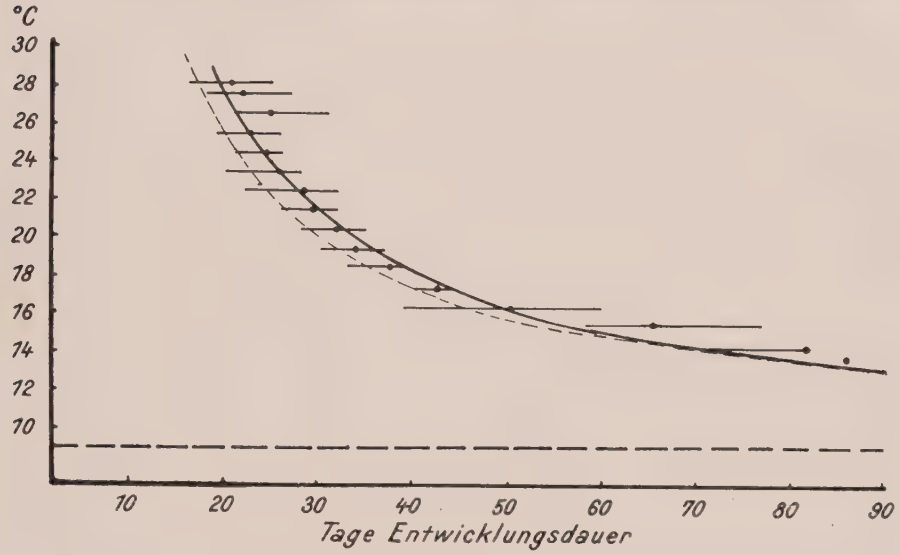


Abb. 3. Temperaturentwicklungskurve von *Novius cardinalis* Muls. ——— mittlere Entwicklungsdauer; — — — kürzeste Entwicklungsdauer.

hältnismäßig kurz. 15 typische Lebensgeschichten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nummer	Präovipositionsperiode Tage	Eistadium Datum	Eistadium Dauer in Tagen	Verpuppung	Dauer des Larvenstadiums Tage	Schlüpfen der Käfer	Dauer des Puppenstadiums Tage	Totale Entwicklungsdauer Tage
1.	4	13.—18. 11. 1928	5	25. 12. 1928	37	29. 1. 1929	35	78
2.	4	11.—17. 3. 1929	6	7. 4. 1929	21	19. 4. 1929	12	39
3.	4	14.—16. 5. 1929	2	26. 5. 1929	10	3. 6. 1929	8	20
4.	5	4.—9. 6. 1929	5	18. 6. 1929	9	25. 6. 1929	7	21
5.	6	17.—25. 7. 1929	8	4. 8. 1929	10	13. 8. 1929	9	27
6.	3	14.—22. 11. 1929	8	5. 12. 1929	13	8. 1. 1930	34	55
7.	4	15.—22. 11. 1929	7	1. 12. 1929	9	5. 1. 1930	35	51
8.	11	2.—11. 3. 1930	9	27. 3. 1930	16	14. 4. 1930	18	43
9.	5	16.—20. 5. 1930	4	29. 5. 1930	9	8. 6. 1930	10	23
10.	—	29.—31. 7. 1930	2	8. 8. 1930	8	14. 8. 1930	6	16
11.	—	5.—10. 10. 1930	5	21. 10. 1930	11	31. 10. 1930	10	26
12.	8	8.—14. 12. 1930	6	13. 1. 1931	30	9. 2. 1931	27	63
13.	3	23.—27. 8. 1931	4	3. 9. 1931	7	14. 9. 1931	11	22
14.	—	18.—21. 9. 1931	4	27. 9. 1931	5	11. 10. 1931	14	26
15.	5	1.—6. 11. 1931	5	22. 11. 1931	16	13. 12. 1931	21	42

Die Lebensdauer der Männchen ist im allgemeinen länger als die der Weibchen.

	Lebensdauer in Tagen		
	mittlere	längste	kürzeste
Männchen	81	216	20
Weibchen	70	178	16

Die Weibchen legen während der bei weitem größten Zeit ihres Lebens Eier ab. Die maximale beobachtete Eizahl eines Weibchens betrug 1037, die minimale 35, der Durchschnitt 307. Die Legetätigkeit schmiegt sich der tatsächlichen Lebensdauer gut an. Die längste beobachtete Legedauer war 170, die kürzeste 11, die mittlere Legedauer 57 Tage.

Lebensdauer und Eiablage bei *Novius cardinalis*.

Nr.	Beginn der Zucht	Lebensdauer ♀	Lebensdauer ♂	Zahl der Eier pro ♀	Legedauer der Weibchen Datum	Legedauer der Weibchen in Tagen	Eier pro Tag
1.	9. 11. 1928	178	24	193	13. 11. 1928—2. 5. 1929	170	1,14
2.	22. 11. 1928	38	167	35	26. 11.—24. 12. 1928	29	1,21
3.	7. 3. 1929	57	57	300	11. 3. 1929—2. 5. 1929	53	5,64
4.	8. 5. 1929	28	47	136	14. 6.—3. 7. 1929	20	6,80
5.	29. 5. 1929	30	22	82	4.—17. 6. 1929	13	6,31
6.	10. 6. 1929	17	20	106	16.—27. 6. 1929	11	9,64
7.	13. 6. 1929	21	21	47	16.—27. 6. 1929	11	4,27
8.	30. 6. 1929	16	22	44	3.—14. 7. 1929	11	4,00
9.	11. 7. 1929	44	—	70	17. 7.—11. 8. 1929	25	2,80
10.	14. 7. 1929	41	30	250	11. 7.—23. 8. 1929	38	6,58
11.	20. 9. 1929	51	128	151	23. 9.—3. 11. 1929	41	3,68
12.	8. 11. 1929	107	109	190	14. 11.—31. 1. 1930	79	2,40
13.	8. 11. 1929	63	216	128	15. 11.—3. 1. 1930	48	2,66
14.	19. 2. 1930	109	132	300	2. 3. 1930—6. 5. 1930	66	4,54
15.	11. 5. 1930	76	80	621	16. 5.—23. 7. 1930	68	9,13
16.	25. 7. 1930	88	80	383	29. 7.—26. 9. 1930	59	6,67
17.	3. 10. 1930	131	95	274	5. 10. 1930—1. 2. 1931	119	2,30
18.	30. 11. 1930	175	191	607	8. 12. 1930—16. 5. 1931	160	3,78
19.	13. 5. 1931	36	—	73	18. 5.—14. 6. 1931	28	2,68
20.	12. 6. 1931	60	—	591	14. 6.—10. 8. 1931	58	11,92
21.	12. 6. 1931	72	—	1037	16. 6.—22. 8. 1931	68	15,25
22.	12. 6. 1931	83	—	605	16. 6.—2. 9. 1931	79	7,66
23.	18. 6. 1931	90	—	502	21. 6.—3. 9. 1931	74	6,79
24.	18. 6. 1931	73	81	501	19. 6.—18. 8. 1931	61	8,21
25.	20. 8. 1931	27	43	244	23. 8.—10. 9. 1931	19	12,85
26.	3. 9. 1931	89	—	559	6. 9.—26. 11. 1931	81	6,89
27	3. 9. 1931	112	—	365	6. 9.—13. 12. 1931	98	3,73
28.	10. 9. 1931	50	54	402	18. 9.—24. 10. 1931	37	10,81
29.	4. 10. 1931	70	—	119	11. 10.—19. 11. 1931	39	3,05

Die Aktivitätsskala der normalen Aktivität umfaßt ca. 21° C, von 15,5 bis 36,6° C.

Aktivität von *Novius cardinalis* Muls.

	Käfer n = 25 ° C	Larven n = 15 ° C
1. Beginn der Kältestarre	11,9	16,9
2. Nur leichte Bewegungen der Beine und Antennen	13,3	—
3. Kriechen mit Unterbrechungen	10—28	—
4. Normale Aktivität	15,5—38,5	23,5
5. Starke Aktivität	23—36,5	26,8
6. Höchste Erregung	35,5	32,5
7. Beginn der Wärmeparalyse	41,0	—
8. Wärmetod	43,0	41,3

2. Über die klimabedingte Sterblichkeit.

Richtiger hätte in der Überschrift dieses Absatzes „temperaturbedingt" statt „klimabedingt" gestanden, da wir zur Zeit über die Feuchtigkeitskomponente der Klimamortalität noch recht wenig auszusagen vermögen. Dies ist bei einer Verallgemeinerung der hier, zunächst nur für das palästinensische, im Sommer stark aride, im Winter feuchte Klima durchgeführten Berechnungen stets zu berücksichtigen.

Die Tabelle informiert zunächst über die Sterblichkeit der einzelnen Stadien im Jahresverlaufe. Die geringste Mortalität finden wir im Mai mit 14,4 %, die höchste im August mit 79,8 %.

Noviussterblichkeit aus Eizuchten pro Monat.

		Monat											
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.
1929	Eierzahl	—	—	—	—	—	101	72	35	3	28	60	20
	Larvenzahl	—	—	—	—	—	66	41	21	3	22	45	18
	Puppenzahl	—	—	—	—	—	34	35	9	3	20	43	15
	Käferzahl	—	—	—	—	—	31	28	4	3	18	40	15
	Käfer-% von Eiern	—	—	—	—	—	30,6	38,8	11,4	100	64,2	66,2	75
1930	Eierzahl	—	—	26	11	16	106	116	116	123	121	120	120
	Larvenzahl	—	—	19	5	15	95	88	60	94	97	100	105
	Puppenzahl	—	—	10	5	15	81	64	41	59	64	83	99
	Käferzahl	—	—	7	5	15	81	46	28	48	58	81	97
	Käfer-% von Eiern	—	—	26,9	45,4	**93,7**	76,4	39,6	24,1	39	47,9	67,5	**82,5**
1931	Eierzahl	126	120	125	120	120	120	100	100	100	100	100	100
	Larvenzahl	109	89	97	118	101	99	57	92	74	78	84	53
	Puppenzahl	86	82	91	104	98	89	5	71	53	60	74	33
	Käferzahl	84	79	91	79	93	86	5	25	49	58	72	31
	Käfer-% von Eiern	66,6	65,8	72,8	65,8	**77,5**	71,6	5,0	25,0	49,0	58,0	72,0	31,0
Erfolgreiche Entwicklung im Durchschnitt der drei Jahre vom Ei zur Geschlechtsreife		66,6	65,8	49,9	55,6	**85,6**	59,5	27,8	**20.2**	44,0	56.7	68,6	62,8

Gesamtzahlen

1929				1930				1931			
Eier	Larven	Puppen	Käfer	Eier	Larven	Puppen	Käfer	Eier	Larven	Puppen	Käfer
319	216	159	139	875	678	521	466	1331	996	848	748
100%	67,7%	49,8%	**43,6%**	100%	77,2%	59,4%	**53,4%**	100%	74,7%	63,7%	**56,2%**

Die einzelnen Stadien nehmen wie folgt an der Sterblichkeit teil:

Zahl der	Eier		Larven		Puppen		Käfer
Zahl	100		73,2		57,6		51,1
Sterblichkeit % .		26,8		15,6		6,5	
Sterblichkeit in % jeden Stadiums		26,8		20,2		11,3	

Ein Blick auf Abb. 4 belehrt über den gegenläufigen Verlauf der Temperatur- und der Entwicklungskurve im Sommer. Der Gipfel der Temperatur und das Tal der Entwicklungskurve liegen im Juli/August,

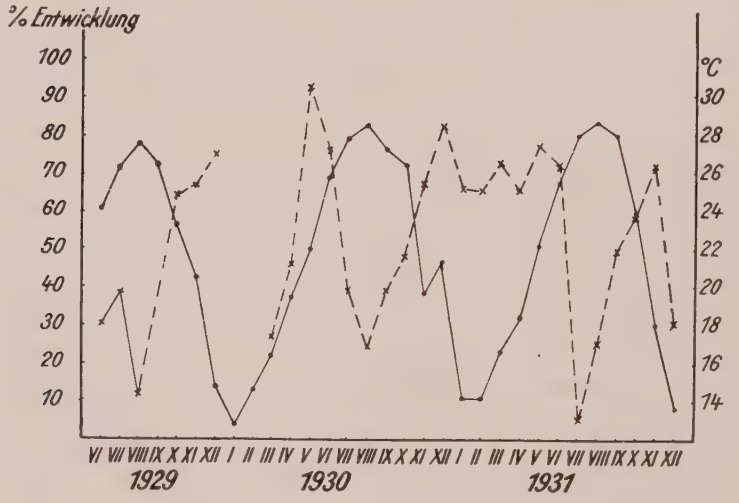


Abb. 4. Prozent der sich in jedem Monat erfolgreich im Imago entwickelnden Eier von *Novius cardinalis* (— — —) in Beziehung zum Temperaturverlauf (————).

zwischen 23 und 26° C überschneiden sich die beiden Kurven, zwischen 18 und 22° C liegen die Gipfel der Entwicklungskurve. Sie fallen nicht mit den Tälern der Temperaturkurve zusammen, sondern liegen früher wie später als dieselben.

Die Eiproduktion verteilt sich auf die einzelnen Jahreszeiten:

	Mittlere Eizahl pro ♀	Eiablage pro Tag und ♀
Winter	198	2,15
Frühjahr	320	4,18
Sommer	335	7,79
Herbst	272	4,90

Für die gesamte Eiablage erhalten wir im frühen Frühjahr wie im Hochsommer ein Maximum. Die Eiablage pro Weibchen und Tag strebt jedoch bis oberhalb 28 ° C ununterbrochen einem Maximum zu; auch das Maximum der Gesamteiablage wird hier erreicht. Die in dieser Jahreszeit so stark erhöhte Sterblichkeit der jungen Entwicklungsstadien wird so zu einem geringen Teile wieder ausgeglichen.

Die Eiablage von *Novius cardinalis* sowie seine Sterblichkeit in Abhängigkeit von der Außenwärme.

Temperatur in ° C	Eiablage pro Tag und ♀	Gesamte Eiablage	n	Überlebensprozentsatz von 100 Eiern	n
12	—	—	—	31,0	1
14	2,40	(190)	1	69,3	3
16	2,39	164 254	4	50,0	2
18	3,91	**394** (15—20 ° C)	3	62,8	4
20	3,05	(119)	1	68,7	3
22	3,71	258 187	2	78,3	3
24	7,71	171 (20—25 ° C)	5	56,8	4
26	7,55	317	5	39,6	3
28	7,90	475 414 (25—30 ° C)	8	22,8	5
30	—	—	—	—	—

Gegen die heißen, austrocknenden Chamsinwinde scheinen die Eier und jungen Larven sich in einem geschützten Mikroklima überraschend gut zu halten.

Trockene Hitze in langer Dauer erweist sich als ungünstigste Klimakombination, es folgt an Bedeutung die feuchte, kalte Winterhälfte, hingegen sind Frühjahr und Herbst als günstige Jahreszeiten anzusehen.

3. Über die Fraßmenge von *Novius cardinalis* in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

Es wurde Wert darauf gelegt, brauchbare Unterlagen für die Ernährungsökologie von Novius zu gewinnen. Die folgenden großen Tabellen enthalten in konzentrierter Form den größten Teil der Ergebnisse.

Gesamtfraßmenge der Noviuslarven an Iceryalarven.

	Monat											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
An Spartium 1931												
n	7	7	8	7	—	—	—	—	—	3	—	8
Fraßtage total	246	69	217	156	—	—	—	—	—	44	—	227
Gefressen total	27	9	44	31	—	—	—	—	—	14	—	31
Fraß pro Noviuslarve	3,8	1,3	5,5	4,4	—	—	—	—	—	4,7	—	3,9
Entwicklungsdauer der Noviuslarve in Tagen	35,1	9,8	27,1	22,3	—	—	—	—	—	14,7	—	28,4
An Citrus 1931												
n	7	9	8	8	7	2	3	4	7	3	3	3
Fraßtage total	240	213	165	124	83	18	18	37	64	25	55	69
Gefressen total	20	35	35	27	26	10	18	20	45	28	29	18
Fraß pro Noviuslarve	2,8	3,9	4,3	3,3	3,7	5,0	6,0	5,0	6,4	9,3	9,7	6,0
Entwicklungsdauer der Noviuslarve in Tagen	34,3	23.6	20,6	15,5	11,8	9,0	6,0	9,2	9,1	8,3	18,3	23,0
An Citrus 1930												
n	—	—	3	3	2	2	1	4	8	8	7	8
Fraß pro Noviuslarve	—	—	4,0	4,0	3,5	6,0	5,0	4,5	5,6	6,6	11,0	6,8
Entwicklungsdauer der Noviuslarve	—	—	16	12	14,5	12,5	10,0	9,2	8.3	9,8	15.8	32,2

Fraßmenge der Noviuskäfer an Iceryalarven.

	Monat												1932
	1.	2.	3.	4	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.
Auf Spartium 1931													
n	3	3	3	3	—	—	—	—	3	3	3	3	—
Fraßtage total	60	60	57	60	—	—	—	—	60	59	60	60	—
Gefressen total an Iceria-larven	16	8	16	20	—	—	—	—	75	38	55	16	—
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	5,3	2,7	5,6	6.7	—	—	—	—	25,0	12,7	18,3	5,3	—
Auf Citrus 1931													
n	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Fraßtage total	60	60	66	20	60	39	60	60	40	60	60	60	60
Gefressen total an Iceryalarven	18	9	25	15	34	27	46	55	56	100	57	20	8
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	6.0	3,0	8,3	15,0	11,3	13,8	15,3	18,3	28,0	**33,3**	19,0	6,7	2,7
An Citrus 1930													
n	—	—	1	3	2	1	1	1	5	3	3	3	—
Durchschnitt pro Käfer und 20 Tage	15,0	8,3	10,5	14,0	8,0	13,0	23,6	21,0	17,3	11,3	—	—	—

Wie Abb. 5 zeigt, verläuft die Gesamtfraßmenge zur Temperaturkurve durchaus gegenläufig. Zu Winterbeginn frißt eine Noviuslarve fünfmal so viel Icerya larven während ihrer Gesamtentwicklung als im Juli. Der Verzehr einer Generation im Winter ist daher höher, denn die Entwicklungsdauer ist nur um das drei- bis vierfache verlängert. Die Fraßkurve pro Larve und Tag ergibt natürlich ein anderes Bild, doch ist auch hier das tiefe Herabsinken der täglichen Fraßmenge im Hochsommer von Interesse. Da im Winter die Lebensdauer der Weibchen etwa 6- bis

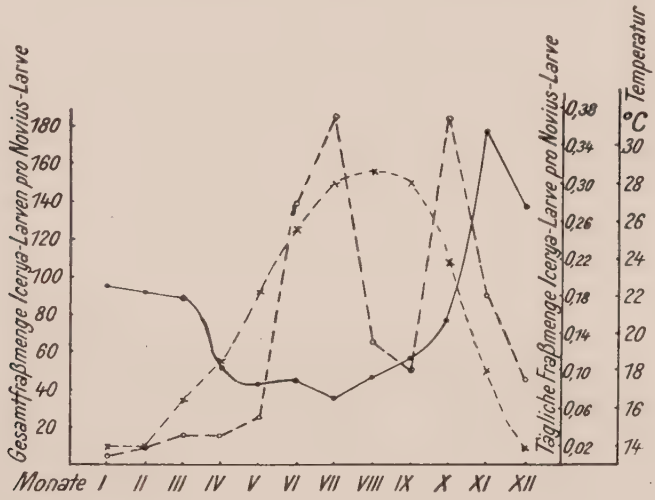


Abb. 5. Fraßzahlen der *Novius*-Larven an *Icerya*-Larven während ihrer Gesamtentwicklung (———) wie täglich im Jahresverlauf (o— — —o) sowie in Beziehung zur Gesamttemperatur (x— — —x).

7 mal so lange währt als im Hochsommer, fressen auch die Käfer der Wintergeneration absolut mehr Iceryalarven als die der Sommergenerationen.

Die bisher erwähnten Icerya larven gehörten stets den letzten beiden Larvenstadien zu. Außerdem liegt eine Beobachtungsserie vor, wieviele Iceryaeier eine Noviuslarve während ihrer Entwicklung verzehrt.

Monat	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	1931
Fraß pro Noviuslarve	35	74	89	142	22	24	181	198	215	355	Eier
Durchschnittl. Freßzeit pro Larve	21	22	26	20	12	12	12	10	12	44	Tage
Fraß pro Tag	0,2	0,4	0,4	1,3	3,0	9,8	3,7	6,4	5,7	8,1	Eier

Ökologisch ist diese Serie von größerer Bedeutung als diejenige bezüglich der Larven, da die jungen Larven sich in der Natur fast nur von Icerya-Eiern, bezw. dem gerade aus diesen geschlüpften Larven ernähren.

Von lediglich theoretischem Interesse sind einige Daten über die Fraßmenge nur mit Eiern ernährter Käfer:

Nr.	Geschlecht	Zeit	Lebensdauer in Tagen	Zahl der verzehrten Eier	Eiablage der Weibchen	Zahl der Eiablage-Tage
1	Männchen	13./V.—28./VII. 1931	76	2700	—	—
2	Weibchen	13./V.—18./VI. 1931	36	1430	73	31
3	Weibchen	18./VI.—10./IX. 1931	84	3750	502	74
4	Weibchen	4./X.—13./XII. 1931	39	1258	119	39

Bezüglich *Spartium junceum* haben im Jahre 1930 Poutiers für Südfrankreich und Borg für Malta mitgeteilt, daß *Novius* die auf dieser Pflanze lebenden *Icerya* nicht angreife. In einem Kasten mit *Pittosporum* wurden *Icerya* sofort gefressen und Eier abgelegt in einem anderen mit *Spartium* wurde keine *Icerya* angerührt und alle Weibchen starben Hungers ohne Eier abzulegen. Poutiers schloß daraus, daß von der Nährpflanze aufgenommene und im Fettkörper deponierte Alkaloide im letzteren Falle abschreckend wirken. Eine Vererbung dieser „Schutzwirkung" finde nicht statt.

Unsere eigenen Versuche widersprechen dieser Ansicht deutlich. Die Tabellen beweisen, daß ohne weiteres *Icerya* auf *Spartium* angenommen wird und sowohl volle Larvenentwicklung wie Eiablage und normales Altern der Käfer sogar bei Ausschluß jeder anderen Nahrung gestatten. Unsere Versuche sind so oft wiederholt, daß wir die Ergebnisse als gesichert betrachten können. Hingegen lassen sich unseren Tabellen folgende Entwicklungsunterschiede entnehmen:

	Icerya purchasi		Bemerkungen
	an *Spartium*	an *Citrus*	
1. Durchschnittlicher Fraß der Käfer im Jahre 1931 pro 20 Tage	10,6	16,1	Während der vergleichbaren sechs Monate
2. Durchschnittlicher Larvenfraß während der Gesamtentwicklung im Jahre 1931	3,9	4,9	Während der vergleichbaren sechs Monate
3. Entwicklungsdauer pro Noviuslarve im Jahre 1931	25,5	14,3	Während der vergleichbaren fünf Monate
4. Eiablage	—	—	—

Ein bedeutsamer Unterschied der Fraßmenge wie der Entwicklungsgeschwindigkeit ist also tatsächlich vorhanden.

Diese Tatsache ist auch aus einem anderen Grunde von Bedeutung. Es ist eine überaus wichtige Vorfrage bei jeder biologischen Bekämpfung, auf welche Weise das Schadinsekt dauernd in genügender Menge zur Ernährung des Nützlings gezogen werden kann. Silvestri zieht seit Jahrzehnten *Icerya* und *Novius* an offenen Sträuchern von *Spartium*

junceum in Portici. Die Kultur beider Insekten erhält sich selbst. Stets sind dort Individuen beider Arten in mäßiger Menge vorhanden, so daß stets einige Novius-Käfer zum Versand entnommen werden können. Bei einzelnen Pflanzen von Citrus oder Pittosporum stellt sich ein solches „Gleichgewicht" nicht her. Hier wird zunächst die *Icerya* völlig ausgerottet, darauf folgt ein Aussterben des *Novius*. Manchmal erzeugen vereinzelte überlebende *Icerya*-Larven einen neuen Befall des Baumes. War Novius zu dieser Zeit noch nicht völlig ausgestorben, so vermag er den Befall wieder zu vernichten. Das Ende ist ein Aussterben beider Arten oder eine durch *Novius* ungestörte Entwicklung (bei isolierten Bäumen) der *Icerya*.

Der Nahrungswiderstand von auf *Spartium* gezogenen *Icerya purchasi* gegen *Novius* ist von ökonomischer Bedeutung. Icerya-Nester an *Spartium* garantieren einen Dauerbestand von *Novius* in der betreffenden Umgebung. Sie sind daher nützlich und bei geringem, regelmäßigem Icerya-Befall durchaus empfehlenswert.

III. Die Wechselwirkung von *Icerya* und *Novius* als bevölkerungswissenschaftliches Problem.

Eine quantitative Analyse der Wirkung der *Novius*-Aktivität auf die *Icerya*-Bevölkerung wurde bisher noch nie versucht. Obwohl unsere Daten völlig unzulänglich für eine vollkommene Analyse sind, wollen wir versuchen, die wichtigsten Faktoren abzuwägen.

Die Orangengärten stellen fast überall eine künstliche Biokönose dar, in welcher nur wenige und quantitativ unbeträchtliche Nährpflanzen für *Icerya* in Frage kommen. Außer *Novius* kommt fast nur die seltene Fliege *Cryptochaetum grandicorne* als biotisch einschränkender Faktor in Frage.

Die Nahrung ist — abgesehen von einem eventuellen, zur Zeit noch unbekannten, jahreszeitlichen Einfluß derselben — im Jahresverlaufe gleichmäßig und in überschüssiger Menge vorhanden. *Novius cardinalis* ist ebenfalls auf *Icerya purchasi* als Nahrung beschränkt, da andere Monophlebinen *(Gueriniella serratulae* Sign.) nur in ganz geringer Menge in oder direkt bei den Orangengärten vorkommen. Die biotischen Verhältnisse liegen also übersichtlicher als das gewöhnlich der Fall zu sein pflegt.

Die klimatischen Konstanten wären für die Entwicklung:

	Entw. Nullpunkt	Thermalkonstante
Icerya	0° C	2074 Tagesgrade
Novius	9° C	371 „

Diese Formel ergibt folgende Generationenzahl für typische Orte des Verbreitungsgebietes:

Ort	Generationen		
	Icerya	Novius	
		mittel	maximal
Antibes	2,6	5	6–7
Neapel	2,7	6	8–9
Tel-Aviv	3,5	9	11–12
Schizuoka (Japan)	2,5	6	8
Koshum (Formosa)	4,2	14	15
Adelaide (S. Austr.)	3,0	7	8—9
Honolulu (Hawaii)	4,0	13	14
Los Angelos (Kalifornien) . .	2,5	5	6—7
St. Mauritius	3,7	12	13
Paris	1,8	3	4

Je höher die Temperatur, desto größer wird die Generationenzahl von *Novius* im Verhältnis zu *Icerya*. Wo bei ähnlicher Jahressumme eine gleichmäßig wärmere Jahrestemperatur herrscht, da entwickeln sich mehr *Novius*-Generationen als bei stärkeren jahreszeitlichen Gegensätzen (vgl. z. B. Mauritius und Sarona).

Ohne das zahlenmäßig begründen zu können, läßt sich bereits vermuten, daß auch *Novius* feuchte Wärme bevorzugt. Dann wäre die starke Sommersterblichkeit in normalen Jahren in Palästina nicht auf die Hitze, sondern in erster Linie auf die trockene Hitze dieser Jahreszeit sowie auf die extrem trocken-heißen Chamsine des Frühjahrs zurückzuführen.

Legen wir für eine Schätzung einmal die Klimaverhältnisse von Mauritius zugrunde: Ein Jahresklima, das zwischen 20 und 26° C schwankt und verhältnismäßig feucht ist. In dreizehn Monaten entwickeln sich dort vier Generationen von *Icerya* und 13 von *Novius*. Das Vermehrungspotential von 100 sich parthenogenetisch fortpflanzenden Weibchen wäre bei 200 Eiern pro Weibchen:

		100
Generation	1	20 000
„	2	400 000
„	3	800 000 000
„	4	160 000 000 000

Für *Novius* setzen wir 300 Eier pro Weibchen sowie gleiches Geschlechtsverhältnis an. Das ergibt bei einem Elternpaar der Ausgangsgeneration (= 2% im Verhältnis zur ursprünglichen *Icerya*-Bevölkerung):

		2
Generation	1	300
„	2	45 000
„	3	6 7500 000
„	4	1 012 500 000
„	5	151 975 000 000

Schon nach 5 Generationen hätte *Novius* das Endergebnis der Jahresentwicklung von *Icerya* eingeholt, die sich zur selben Zeit aber erst in ihrer zweiten Generation befindet. Nun vernichtet aber *Novius* während seiner Entwicklung und seines Lebens nicht einen, sondern viele Wirte. Unter Zugrundelegung der Daten aus den in diesen Temperaturbereich fallenden Monaten in Palästina würde das 126 Eier pro Larvenentwicklung und bei 80 Lebens-Freßtagen des erwachsenen Käferfraßes 13,9 mittlere *Icerya*-Larven pro 20 Tage insgesamt 56 mittlere Larven. Ein *Novius*paar, welches den normalen Alterstod stirbt, vernichtet also mehr als 150 Individuen des Wirtes. Die Rechnung würde also aussehen:

Icerya	*Novius*
100	2

Generation 1 : 20 000. Generation 1 : 300; vernichtet an Icerya 45 000.

Selbst wenn wir annehmen, daß statt eines Teiles der Eier Larven, ferner, daß statt eines Teiles der Larven erwachsene Weibchen verzehrt

Monat	Zahl der Arbeitstage	Zahl der gesammelten *Icerya*	Zahl der *Novius* an dieser *Icerya*	Prozent des *Novius*-befalls	Mittleres Sammelergebnis eines Arbeitstages *Icerya*	Zahl der ausgesetzten *Novius*-käfer	
4.	13,00	672	86	12,8	52	—	
5.	65,50	5 059	162	3,2	77	—	
6.	96,50	9 685	324	3,3	101	—	
7.	347,50	69 495	2 591	3,7	200	—	
8.	487,00	96 865	2 628	2,7	199	1 654	1930
9.	231,50	25 552	602	2,3	110	825	
10.	111,50	9 848	331	3,3	88	589	
11.	9,00	585	6	1,0	65	371	
12.	—	—	—	—	—	180	
Summe	1361,50	217 761	6 730	3,1	160	3 619	
1.	7,00	1 200	21	1,7	171	70	
2.	38,75	7 587	283 + 43 Eier	3,7	196	90	
3.	581,50	141 369	7174 + 203 Eier	5,0	243	378	
4.	631,00	248 454	33 158	**13,3**	393	9 978	
5.	283,25	128 143	17 183	**13,4**	452	39 225 53 350	
6.	123,50	29 201	399	1,3	236	18 100	1931
7.	102,50	29 202	1 390	4,7	285	—	
8.	181,25	38 321	1 819	4,7	211	1 655	
9.	70,00	10 827	787	7,2	155	296	
10.	62,00	5 154	919	17,8	83	420	
11.	36,00	1 946	28	1,4	54	173	
12.	46,25	1 826	7 + 8 Eier	0,6	39	—	
Summe	2163,00	643 230	63 168 + 254 Eier	—	—	123 735	

werden, so kommen doch immer noch weit über 50 *Icerya*-Individuen auf jedes sich voll entwickelnde *Novius*-Paar.

Nach dieser Rechnung müßte, sobald einmal ein Prozentsatz von 1 bis 2% *Novius* im Verhältnis zur *Icerya*-Bevölkerung erreicht ist, *Icerya* im Laufe der nächsten Generation völlig zur Vernichtung gebracht werden.

Wenn wir des ferneren bedenken, daß *Novius* außerordentlich aktiv in der Nahrungssuche wie in der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen ist, daß Überbelegung von *Novius*-Eiern in *Icerya*-Eisäcken nur selten stattfindet, daß *Novius*, offenbar durch den Wind, kilometerweit entfernt sich verbreitet, so gestalten sich die Verhältnisse für *Novius* noch günstiger. Eine klimabedingte Sterblichkeit von 37%, wie sie in den entsprechendeu Temperaturen in Palästina beobachtet wurde, kann demgegenüber nur ein schwaches Gegengewicht darstellen.

Bevor wir zu weiteren Überlegungen schreiten, betrachten wir das Tatsachenmaterial der palästinensischen Statistik.

Die wichtigste Unterlage bieten uns die nach später zu beschreibenden Gesichtspunkten erfolgten Zählungen aus der etwa 40 Hektar großen Gruppe Atta von Orangengärten bei Chederah (1930, 1931). (S. Tabelle auf S. 533.)

Die folgende Übersicht zeigt recht deutlich die Unterschiede in den verschiedenen Teilen dieses Atta-Komplexes auf:

1930	Bezeichnung der Gärten												
Monat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,1	50,8	—	—
5.	—	2,6	—	—	—	—	—	—	—	1,1	6,2	—	—
6.	—	3,6	1,3	—	—	—	—	2,2	—	4,1	3,6	—	—
7.	5,3	—	6,1	4.6	—	1,3	3,3	—	2,9	5,5	3,2	3,4	4,6
8.	3,2	—	—	0,8	2,5	2,2	3,0	—	3,1	2,3	2,6	2,0	2,0
9.	8,3	—	—	—	4,4	—	2,6	—	1,0	1,2	3,1	1,5	—
10.	8,3	—	—	—	—	—	1,8	—	3,1	4,7	6,6	5,1	—
11.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—
12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1931													
1.	—	—	—	—	3,5	—	—	—	—	—	0,7	1,6	—
2.	—	9,0	—	—	5,2	—	2,7	0,3	2,6	2,6	2,5	5,0	—
3.	5,4	3,0	3,8	3,1	5,8	3,5	4,7	6,0	5,0	4,4	4,5	5,0	—
4.	14,0	7,1	7,9	20,5	23,0	8,2	15,1	16,2	7,4	3,9	7,2	4,1	6,4
5.	—	21,0	16,2	10,8	—	7,0	23,0	31,8	3,5	6,4	10,0	4,9	16,3
6.	—	—	—	6,5	8,0	2.3	—	—	—	1,8	—	—	—
7.	—	1,1	—	—	3,5	3,3	7,7	—	3,8	3,6	4,6	4,4	—
8.	—	—	6,5	—	5,9	4,5	5,0	2,8	4,6	4,0	4,6	4,2	3,9
9.	—	—	—	—	4,7	—	—	—	7,1	7,4	10,3	6,9	—
10.	—	0,9	—	—	—	—	15,0	—	18,6	10,4	11,9	25,6	14,4
11.	—	—	—	1,1	0,6	—	—	—	—	—	—	2,6	—
12.	—	—	—	0,5	0,5	—	—	—	—	—	0,5	—	—

Setzen wir jetzt das mittlere Sammelergebnis an *Icerya* pro Arbeiter und Tag (als Index der Dichte der *Icerya*bevölkerung) in Beziehung zur Stärke der *Novius*infektion, so erhalten wir:

% *Novius*befall	n	Mittleres Sammelergebnis von *Icerya*
0—2	5	113
2—4	7	139
4—6	3	247
6—8	1	(155)
8—10	—	—
10—15	3	312
15—20	1	(83)

Leider liegen viel zu wenig Beobachtungen bei höheren Befallsprozenten vor. Ist, wie wahrscheinlich, der starke Abfall bei 17,8% bedeutungsvoll, so heißt das, daß es in dem Dichteverhältnis der *Icerya*-

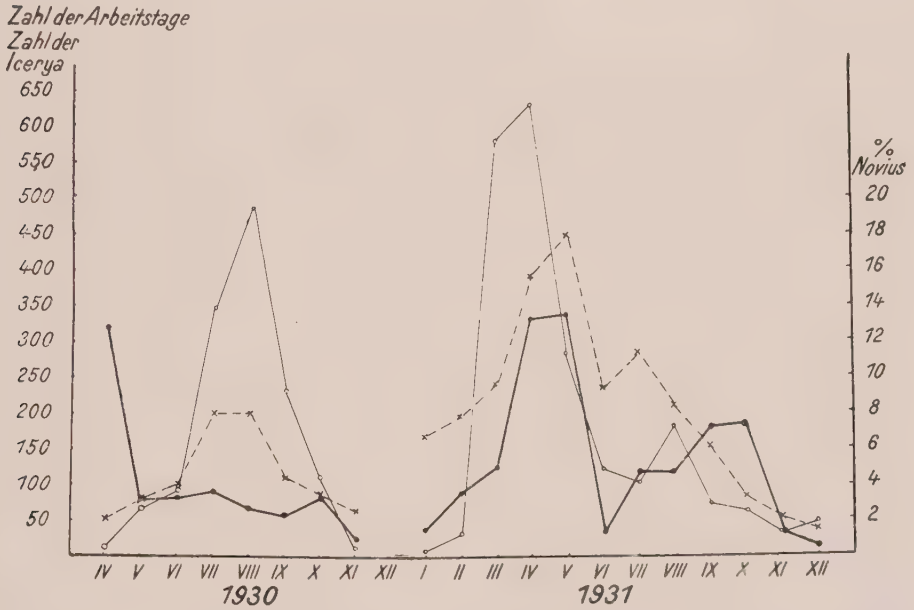


Abb. 6. *Icerya*- und *Novius*-Bevölkerung in den Orangegärten von Atta x— — —x, Zahl der gesammelten *Icerya* (Mittleres Ergebnis eines Arbeitstages im betreffenden Monat; o————o Zahl der Arbeitstage insgesamt im betreffenden Monat (Zahl der Arbeiter pro Tag addiert × Sammeltage addiert); •————• % *Novius*-Befall.

zur *Novius*bevölkerung ein Optimum für *Novius* gibt, welches zwischen 10 und 15% *Novius*befall liegen würde. Jeder weitere Anstieg muß die *Icerya*bevölkerung derart geschwind ausdichten, daß die Nahrungssuche, die Eiablage usw. ungeheuer erschwert wird. In der vorigen wie in der

folgenden Tabelle sei darauf hingewiesen, daß auf die höchsten *Novius*-prozentsätze ein plötzlicher und steiler Abfall zu ganz niederen folgt.

Abb. 6 zeigt nochmals die Beziehungen zwischen gesammelter *Icerya* (als Index der *Icerya*bevölkerung), Zahl der Arbeitstage in dem betreffenden Monat (als Index der Sammelintensität) und des prozentualen *Novius*-befalles. *Novius*- und *Icerya*befall steigen gleichzeitig und fallen gleichzeitig. Der gänzlich abnorme Verlauf im Herbst 1931 ist als Folge der durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen anzusehen.

Eine weitere Illustration dieser Verhältnisse erhalten wir, wenn wir den empirischen durchschnittlichen *Novius*prozentsatz in Beziehung zu dem (mit 1000 multiplizierten) Ergebnissen der monatlichen durchgeführten 100 Blattzählungen in Beziehung setzen.

Monat	1930			1931		
	Icerya × 1000	*Novius* %	*Novius* absolut	*Icerya* × 1000	*Novius* %	*Novius* absolut
1.	2 000	1,7	34	—	—	—
2.	10 000	3,7	370	—	—	—
3.	4 000	5,0	200	—	—	—
4.	**87 000**	13,3	**11 571**	5 000	12,8	640
5.	63 000	13,4	8 442	17 000	3,2	544
6.	2 000	1,3	26	7 000	3,3	231
7.	4 000	4,7	188	**37 000**	3,7	**1 369**
8.	**9 000**	4,7	423	18 000	2,7	162
9.	9 000	4,2	648	6 000	2,3	115
10.	8 000	17,8	14 24	5 000	3,1	124
11.	2 000	1,4	28	4 000	1,0	30
12.	2 000	0,6	12	3 000	—	—

Auch diese Zahlen bestätigen den durchaus gleichsinnigen Anstieg und Abfall der beiderseitigen Bevölkerungskurve mit Ausnahme der Verhältnisse im Herbst 1931.

Es ergibt sich also ganz eindeutig, daß alle theoretischen Berechnungen nicht stimmen. Abgesehen von übersehenen Sterblichkeitsfaktoren hebt sich ganz eindeutig die Bevölkerungsdichte als bestimmender Faktor hervor. Bei Überschreitung einer ungefähr zwischen 10 und 15% *Novius*befall liegenden Grenze erfolgt ein starker Abfall, keine Steigerung des *Novius*-befalles mehr. Wo diese Grenze liegt, das mag stark von der absoluten Bevölkerungsdichte der *Icerya* abhängig und daher nicht absolut zu ermitteln sein.

Die Tabelle über die Beziehungen zwischen *Icerya*dichte und *Novius*-befall zeigt jedenfalls zur Genüge, daß bei geringer *Icerya*dichte auch nur geringer *Novius*befall herrscht (Abb. 7).

Das war ein Beispiel auf großer Fläche. Ein solches ganz anderer Art liefert uns der Fall einer isolierten Infektion in Jerusalem. Im Garten

der Universität war *Icerya* unbekannt. Im Mai 1930 wurde ein auf zwei Seiten von Gebäuden eingefaßter Zitronenbaum mit etwa 20 Eisäcken von *Icerya* infiziert und im Juli war der Baum weiß verkrustet von den Eisäcken der nächsten Generation. 10 *Novius*käfer, also vermutlich 5 Pärchen, wurden Anfang August auf den Baum gesetzt, der einen Monat später ohne jedes Zeichen einer lebenden *Icerya* war. Im Oktober-November fanden sich vereinzelte Eisäcke, welche aus einzelnen, von *Novius* verschonten Larven sich entwickelt hatten. Im folgenden Jahre kam es zu einer erneuten Massenvermehrung, welche durch — vielleicht von uns unabsichtlich eingeführte, vielleicht vom Vorjahr überlebende — *Novius* wieder reduziert wurden. Diesmal war die Ausrottung gründlicher, da im Winter 1931/32 kein Ovisack mehr gefunden wurde. Der Versuch war nicht völlig isoliert. Wir können aber leicht ermessen, was bei völliger Isolation eingetreten wäre. Im ersten Falle wären etwa 5—10 Junglarven oder Eier der völligen Vernichtung entgangen, hätten eine neue Massenvermehrung aufgebaut, welche ohne den inzwischen an Nahrungsmangel eingegangenen *Novius* sich selbst überlassen geblieben wäre. Im zweiten Falle wären beide Arten ausgestorben.

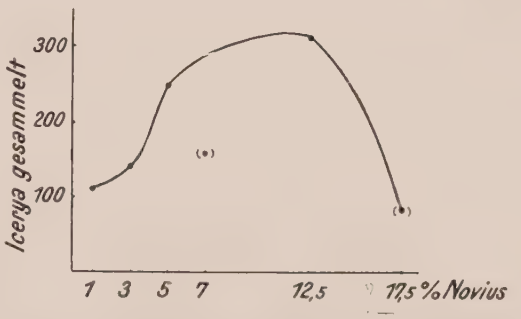


Abb. 7. Beziehung zwischen Dichte der *Icerya*-Bevölkerung (dargestellt als mittleres Sammelergebnis eines Arbeitstages) und dem Prozentsatz von *Novius*-Befall.

In der Liste der Einzelgärten des Atta-Komplexes hatten wir bereits gesehen, daß die *Novius*intensität in den verschiedenen Gärten nach Zeit und Raum wechselt. Dieser Wechsel ist von entscheidender Bedeutung für den Massenwechsel. Während in einem alten *Icerya*zentrum die Bevölkerung auf ein Minimum reduziert wird, entstehen neue, anfangs noch wenig befallene Zentren, welche die Orte künftiger Massenentwicklung von *Novius* bilden und welche die das alte Zentrum verlassenden, suchenden *Novius*käfer anlocken. Dieses Wechselspiel stets neuer, alternierender Zentren für *Icerya* und *Novius* ist typisch für jeden stärkeren *Icerya*befall. Im Gegensatz zu vielen anderen Schädlingen bilden sich hier keine permanenten Dauerbefallsherde aus.

Maximaler Monatsbefall an *Icerya* (100 Blattzählungen in Atta).

Icerya-Maximum	Pardess			
	A	J	K_1	K_2
1928	12	2	**34**	—
1929	14	9	**70**	32
1930	**14**	3	12	10
1931	**59**	5	9	20

Zum Schlusse seien einige Klimogramme des normalen Verbreitungsgebietes beider Arten dargestellt (Abb. 8). Einerseits finden wir Orte des mediterranen Klimatypes (Antibes, Sarona, Los Angelos, Adelaide), andererseits der mäßig feuchten Tropen (Honolulu, Mauritius). Japan (Schizuoka) hat wenigstens im Sommer ähnlichen Klimacharakter und die Wintertemperaturen sinken tief genug herunter, um die normale Aktivität beider Arten stillzulegen. In Paris finden wir einen nördlichen Grenzort, welcher dauernde Einbürgerung wegen der Winterkälte nicht mehr gestattet, dargestellt. Im streng eremischen Gebiet finden wir *Icerya* nicht mehr. So hat sie bereits in Ägypten keinerlei ökonomische Bedeutung mehr.

Icerya ist eine recht euryöke Art, welche in manchen Klimatypen sich gut zu entwickeln vermag. Ihre, von S. Huges-Schrader erst kürzlich aufgeklärte hermaphroditische Fortpflanzung, ihre trotz der hier durchgeführten Reduktionen noch immer beträchtliche Eizahl verleihen ihr ein großes Vermehrungspotential.

Novius mit seinem viel höher gelegenen Entwicklungsnullpunkt ruht in den Gegenden von kühlerem Mediterrantyp (nicht in Palästina), während für *Icerya* das nie zutrifft. *Icerya* hat also hier mehrere Monate, während welcher sie sich ungestört von *Novius* zu entwickeln vermag. Balachowsky schätzt für Antibes diese Periode auf vier Monate. Dazu kommen drei Wintermonate, in welchen er die Entwicklungsverlangsamung von *I. purchasi* irrigerweise für einen Entwicklungsstillstand ansieht.

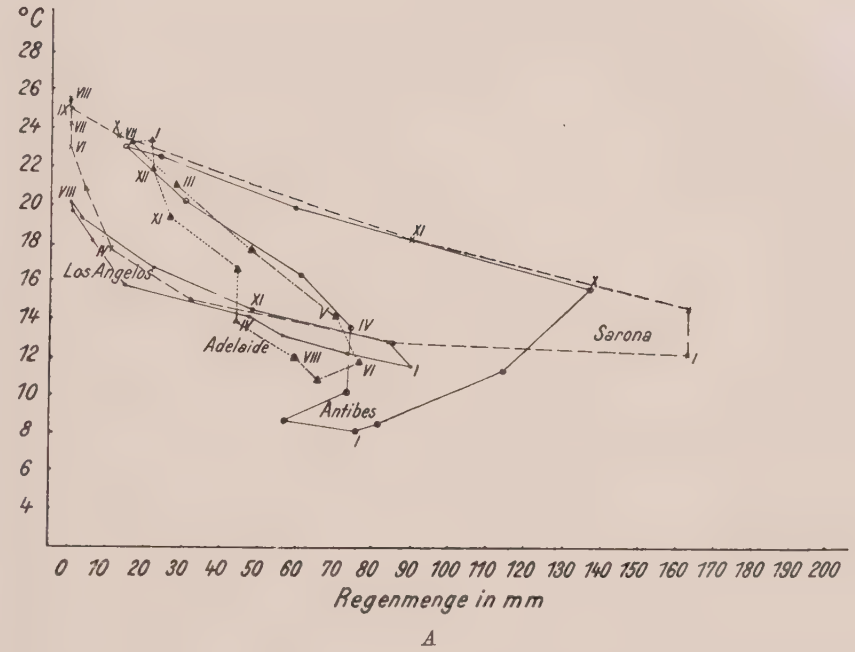
Novius leidet wohl unter Winterkälte wie unter trockener Sommerhitze entschieden mehr als *Icerya*. Er ist weit stenöker. Beide Arten scheinen zwischen 18 und 23° C ihre vitalen Optima während der empfindlichsten Entwicklungsstadien zu haben. Die entsprechende relative Luftfeuchtigkeit liegt wohl über 70%.

Für den mediterranen Klimatyp ist die Möglichkeit zur Massenentfaltung für *Novius cardinalis* durch zahlreiche Erfahrungen nachgewiesen. Für die mäßig feuchten Tropen bestätigen die Erfahrungen auf Hawaii das gleiche.

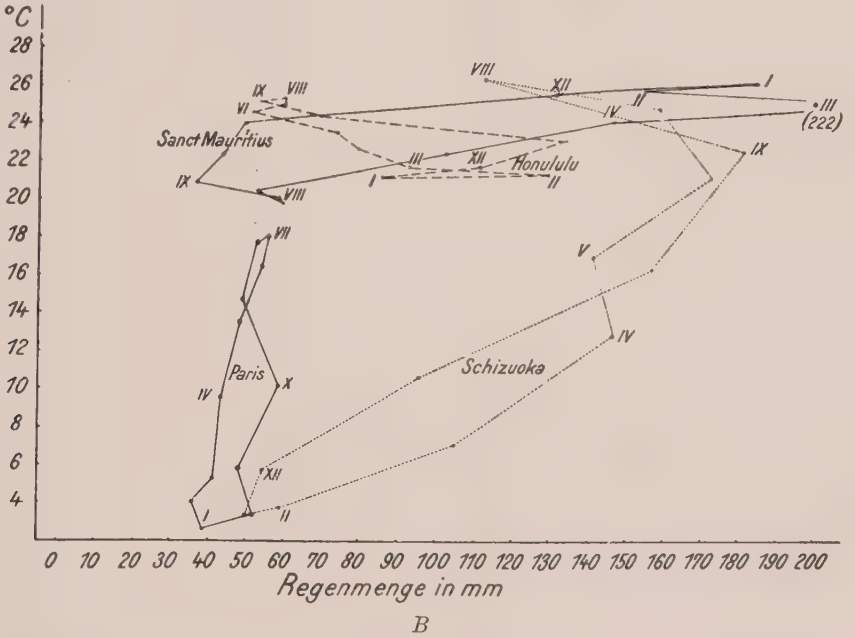
Balachowsky meint: „Les exigences biologiques d'*Icerya purchasi* et de *Novius cardinalis* étaient les mêmes, le prédateur d'étant toujours acclimaté dans les localités où *Icerya purchasi* a pû lui même se maintenir.

Die letztere Feststellung ist richtig, die Folgerung keineswegs. *Novius* hat sich bisher überall da einzubürgern vermocht, wo *Icerya* zur Massenvermehrung gelangen konnte. Das beruht aber nicht etwa darauf, daß beide ökologisch gleichartig beschaffen seien und gleichartige Anforderungen stellen. Die bisher ermittelten ökologischen Konstanten gestatten bereits einen großen Unterschied zwischen den beiden Arten festzustellen. Aber in jedem Klima, welches

1. keine solchen Extreme aufweist, daß die *Novius*bevölkerung 1 bis 2mal im Jahre fast bis zum Nullpunkte vernichtet wird,
2. während einer längeren Monatsfolge nicht allzusehr von der eben geschilderten Optimallage abweicht,



A



B

Abb. 8. Klimogramme aus dem Verbreitungsgebiet von *Icerya* und *Novius*. *A* Mediterrane Klimatypen (Antibes, Sarona, Adelaide, Los Angelos). — *B*. Tropische Klimatypen (Honolula, Mauritius, Schizuoka [partim]) und boreales Grenzklima (Paris). Die römischen Zahlen bedeuten Monate.

überall dort holt *Novius* mit seinem bereits geschilderten explosionsartigen Vermehrungs- und Vernichtungsvermögen unter solchen Bedingungen die *Icerya* stets rasch ein. In dieser Eigenschaft ist unter den genannten Klimabedingungen die Erklärung für das stets erneute Massenauftreten von *Novius* zu suchen. Im tropischen Klimatyp bestimmt in erster Linie die Dichte der *Icerya*-Bevölkerung den Massenwechsel des *Novius*, vielleicht daß in feuchten Gegenden die Regenperiode noch ungünstig auf ihn einwirkt.

Das Verhältnis *Icerya/Novius* stellt das wirksamste bisher bekannte Beispiel einer biologischen Bekämpfung dar.

Die hier vorliegende Analyse zeigt, wie weit wir einerseits noch von einem wirklichen Verständnis dieser Wechselwirkung entfernt sind und wie wenig rein theoretische Berechnungen den wirklichen Vorgängen der Natur Rechnung tragen. Generationenzahl, Klimasterblichkeit und Fraßvernichtungszahl bei gegebenen Temperaturen vermögen zusammen die Dynamik der *Icerya/Novius*-Fluktuationen nicht zu erklären. Die Bevölkerungsdichte ist sicher ein weiterer Faktor von grundlegender Bedeutung, zu deren vollem Verständnis wir noch weiterer zahlreicher Arbeiten bedürfen. Auf diesem Felde liegen jedenfalls die aussichtsreichsten Phasen künftiger Forschung der *Icerya*-epidemiologie.

IV. Schaden und Bekämpfung von *Icerya purchasi*.

In dem 40 Hektar umfassenden Komplex tragender Orangengärten in Atta bei Chedera trat seit dem Jahre 1926 in starkem Maße Rußtau an der Frucht auf. Da in Palästina die Frucht durch kein Waschverfahren — wie in Kalifornien — vor der Verpackung gesäubert wird und schwarz befleckte Frucht einen erheblich schlechteren Preis erzielt und im steigenden Maße durch die Fruchtinspektion von der Ausfuhr gänzlich ausgeschlossen wird, so war der entstandene Schaden ein ganz beträchtlicher. Im Herbst 1927 war der Schaden so groß, daß der Verlust dieses Jahres auf gegen 5000 L. P. geschätzt wurde. Ein solches Massenauftreten von Rußtau war für das Land neu und die ältesten und erfahrensten Bauern konnten sich an etwas ähnliches nicht erinnern. Man beschloß damals, die Frucht erst nach den starken Winterregen zu pflücken, in der Hoffnung, daß dieselben den Rußtau abwaschen werden. Dieselben spülten zwar einen Teil der schwarzen Flecken herunter, beschmutzten aber gleichzeitig den bisher leidlich rein gebliebenen Teil der Früchte. Im Januar 1928 wandte sich die Leitung an den Verfasser, der den Schadherd besuchte. Aus dem damaligen Bericht vom 2. Februar 1928 sei folgender Passus wiedergegeben:

„In einigen Pardessim der Atta sind die Orangenbäume (Blätter und Früchte) äußerst stark von Rußtau bedeckt. Nach eingehender Besichtigung wurde festgestellt, daß derselbe auf den überaus zahlreich vorhandenen Ceroplastes floridensis zurückzuführen ist. An den Blättern

und grünen Ästen sitzen zahlreich große Larven und wenige junge Weibchen. Zurzeit nur wenig Honigtauabsonderung, die wohl vorhanden, flächenartig ganze Blätter bedeckt oder auf die Früchte heruntertropft. Die Hauptentwicklung des Rußtaus soll im Oktober begonnen haben. Seit dem Dezember hat keine weitere Verbreitung mehr stattgefunden. Beobachtungen darüber, ob eine neue, starke Sekretion im Frühjahr einsetzt, sind wichtig. Der *Ceroplastes* war von den Arbeitern für *Icerya purchasi* gehalten worden."

„*Icerya purchasi* fand sich überall vereinzelt. Es handelte sich stets um junge Weibchen mit entwickeltem Ovisack, die aus klimatischen Gründen vertrocknet waren und sich hart und borkig anfühlten. Der Ovisack war stets von außen unverletzt und enthielt nur in ganz seltenen Fällen eine geringe Anzahl Eier, die meisten Eisäcke waren völlig leer. Eine starke Entwicklung von lebenden *Icerya*, meist junge Weibchen bei Beginn der Ovisackbildung, fand sich am Stamm und den großen Ästen einiger Zitronenbäume, neben massenhaft vorhandenen verpuppungsreifen Larven von *Novius cardinalis*. *Novius* war überhaupt überall in den Pardessim massenhaft vertreten, an den übrigen Stellen des Pardeß zumeist in Puppen oder frisch geschlüpften Imagines."

Die geringe Zahl der vorhandenen *Icerya* schien in gar keinem Verhältnis zum Ausmaß des Rußtaubefalles zu stehen, während *Ceroplastes floridensis* in ungeheueren Mengen (oft 20 und mehr Larven und Adulte auf einem Blatt!) auftrat, so daß er zur Zeit dieses Besuches als der wahrscheinlichste Erreger desselben erschien. Nur als zweite Möglichkeit wurde damals *Icerya purchasi* ins Auge gefaßt. Da die Biologie beider Arten noch dringend der Aufklärung bedürftig war, so wurde seit Mai 1928 eine Feldstation im Schadherd selbst begründet, an der zuerst Herr Dr. Guttfeld, seit Beginn 1929 Herr Tennenbaum arbeitete.

Gegen *Ceroplastes* wurden sofort Spritzversuche mit Schwefelkalkbrühe eingeleitet, welche besonders gegen die jungen Larven gute Resultate ergaben, jedoch einen neuen starken Rußtau im Jahre 1928 nicht verhinderten. Die Einzelzuchten dieser Art erwiesen alsbald zur Genüge, daß dieselbe überhaupt keinen Honigtau in irgendwie beträchtlichem Ausmaße produziert und daß sie daher als Erreger des Rußtaus gar nicht in Frage kam. Nach dieser Klarstellung konnte die gesamte Arbeit auf die Klärung der Biologie und Bekämpfung von *Icerya* konzentriert werden.

Es ist nicht beabsichtigt, alle Irrungen und Versuche der Untersuchung hier zu schildern; es sei nur erwähnt, daß manche Versuche zur technischen Bekämpfung und zum Waschen der Frucht mit Antiseptika unternommen wurden. Von vornherein spielten die Pläne bezüglich einer biologischen Bekämpfung durch *Novius* die erste Rolle. Zunächst wurde versucht, *Icerya* in künstlichen Massenkulturen, ähnlich den von Smith und Armitage eingeführten künstlichen Massenzucht von *Pseudococcus* an vergeilten Kartoffeltrieben, heranzuziehen. Mannigfache Versuche an

Kartoffeln und anderen Pflanzen mißlangen. Es wurde daher eine größere Pflanzung von *Spartium junceum* angelegt, um diesem Zwecke zu dienen. Sie wuchs jedoch viel zu langsam heran, um in dem Kampf gegen die *Icerya* noch von Bedeutung sein zu können. Im Winter 1929 wurde der Schaden wiederum auf 3000 Pfund geschätzt und die Verwaltung und Leitung der Gärten verlangten, daß neben den Untersuchungen auch praktisch etwas geschehe. Der damalige Stand der Frage gestattete nicht, einen sicheren Weg anzugeben. Da aber einige Vorversuche mit Massenaussetzen von *Novius* ermunternde Resultate ergeben hatten, wurde vorgeschlagen, die Eisäcke von *Icerya* in großen Mengen sammeln zu lassen, dieselben im Feldlaboratorium aufzubewahren, die aus ihnen schlüpfenden *Novius*käfer täglich zu sammeln und planmäßig an die derzeitigen Vermehrungszentren von *Icerya* auszusetzen.

Die sehr guten Ergebnisse führten bald dazu, daß das Sammeln von *Icerya* und Aussetzen von *Novius* in dem Distrikt bald allgemein im folgenden Jahre auch in einigen Orangengärten in Chederah durchgeführt wurde. Wie die zuvor bereits angeführten Tabellen zeigen, war das Ausmaß der Sammlungen teilweise beträchtlich. So wurde ein großer Teil der Eiersäcke vernichtet, bevor die Larven schlüpften. Die in ihnen befindlichen *Novius*käfer wurden aber aufgezogen und ausgesetzt. Da diese Arbeit sich natürlich stets an den Stellen konzentrierte, an denen stärkere *Icerya*-Entwicklung stattfand, war die Wirkung viel beträchtlicher, als dies bei gleichmäßig verteiltem Sammeln und Aussetzen zu erwarten gewesen wäre. Bereits im Winter 1930 war die Frucht in allen Teilen von Atta auffallend rein von Rußtau. In der Umgebung besuchte arabische Orangengärten waren zur selben Zeit vom Rußtau beinahe schwarz gefärbt.

Das verhinderte nicht, daß nach dem auffallend milden Winter im Frühjahr 1931 eine *Icerya*-Entwicklung einsetzte (cf. Abb. 6), wie sie in den Beobachtungsjahren uns noch nie vor die Augen gekommen war. Mit aller Energie wurde schon frühzeitig mit Sammeln und Aussetzen begonnen und diese Arbeit mit einem vollen Erfolge gekrönt. Im Herbst war die *Icerya* recht selten und die Frucht sauberer denn je. Die gesamte, in diesem Jahre sehr intensiv betriebene Arbeit hatte $^1/_2$ £ pro Dunam gekostet, während eine einzige Spritzung mit Ölen (gegen *Chrysomphalus aurantii*) gegen 1 £, eine Vergasung mit Blausäure 3 bis 4 £ pro Dunam kostet. Die Bekämpfung war also ökonomisch und erfolgreich. Sie hat den Vorteil, daß nur Arbeitsausgaben entstehen und daß deren Ausmaß in jedem Jahre nach dem Schadmaß eingerichtet werden kann. So werden überflüssige Ausgaben vermieden. Nachdem bei der außergewöhnlichen Gefahr des Jahres 1931 ein solcher Erfolg erreicht wurde, kann die Methode der Praxis übergeben werden. Sie hat ferner den großen Vorteil, daß eine künstliche Massenzucht von *Icerya* als Voraussetzung einer solchen von *Novius* — ein Problem, welches wir nicht zu lösen vermochten — nicht erforderlich ist.

Es wären noch einige Worte über die jahreszeitliche Verteilung des Sammelns zu sagen. Im allgemeinen soll dasselbe bei jeder Aufwärtsbewegung der *Icerya* verstärkt einsetzen. Besonders wichtig erscheinen die Monate Juli/August, in welchen bei stärkerer *Icerya*-Entwicklung die schwächere *Novius*wirkung durch intensives Sammeln ersetzt werden soll.

Bezüglich zahlreicher weiterer Angaben betreffs *Icerya purchasi* in Palästina sei der Kürze halber auf eine frühere Arbeit des Verfassers verwiesen (1930 S. 141—147).

Literatur.

1. Bodenheimer, F. S., und Guttfeld, M., Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* Risso in Palästina. Eine epidemiologische Studie. Zeitschr. angew. Entom. S. 67—136, 1929.
2. Kuwana, J., Studies on Japanese Monophlebinae II: The Genus *Icerya*. Dept. Agric. and Commerce, Imper. Plant Quart. Sta., Yokohama, Bull. 2, 43 S., 1922.
3. Balachowsky, A., et Molinari, L., L'extension de la Cochénille Australienne *(Icerya purchasi* Mark.) en France et de son Prédateur *Novius cardinalis* Muls. Ann. des Epiphyties **16**, p. 1—24, 1930.
4. Poutiers, R., Sur le comportement du *Novius cardinalis* vis-à-vis de certaines alcaloides. C. R. Soc. Biol. **103**, p. 1023—1025, 1930.
5. Borg, P., Entomological Notes. Malta Dept. Agric. Typescript, 9 S., 1930.
6. Bodenheimer, F. S., Die Schädlingsfauna Palästinas. Berlin 1930, 438 S.

Beurteilung der Giftwirkung gasförmiger Insecticide auf Grund der Schlagfrequenz des Dorsalgefäßes.

Von

Robert Kirschner.

(Aus dem zoologischen Institut der deutschen Universität in Prag.)

(Mit 5 Abbildungen.)

Die Giftwirkung der Insecticide läßt sich nach verschiedenen Methoden feststellen. Bisher wurde die Wirksamkeit eines Giftes nach dem Prozentsatz der innerhalb einer gewissen Einwirkungszeit getöteten Tiere beurteilt, außerdem nach Eintritt der 100 prozent. Sterblichkeit und nach dem Prozentsatz der verwendeten Giftmenge.

Obgleich das Blutgefäßsystem der Insekten gegenüber dem Trachealapparat stark zurückgebildet ist und nicht mehr das Transportmittel zum Austausch der Gase darstellt, war doch durch Anwendung gasförmiger Gifte eine Beeinflussung des Dorsalgefäßes zu erwarten. Dies findet seinen Grund darin, daß zum Dorsalherzen, ebenso wie zu allen anderen Organen des Insektenkörpers Tracheen führen und deshalb alle gasförmigen Gifte auch in der Herzfrequenz sichtbar in Erscheinung treten müssen. Es war daher die Möglichkeit gegeben, aus der Herzfrequenz die Wirkungsweise eines Insecticides unbedingt und direkt beurteilen zu können.

Da für die ersten orientierenden Versuche ein großes Versuchsmaterial benötigt wurde, um zu möglichst genauen und beweiskräftigen Resultaten zu gelangen, mußte zum Versuchsobjekt ein Insekt gewählt werden, welches in großen Mengen vorhanden und bei welchem eine leichte Beobachtung des Dorsalgefäßes möglich war. Um diese Bedingungen zu erfüllen wurde, als Versuchstier Macrosiphum tulipae verwendet.

Methodik.

Die Durchführung aller Experimente, außer den Temperaturversuchen, geschah bei einer Temperatur von 23° C und einer relativen Feuchtigkeit von 35%. Temperaturen über 23° C wurden mittels eines heizbaren

Objekttisches erhalten. Die Temperaturversuche unter 23° C konnten im Kaltraum des Glashauses des zoologischen Institutes ausgeführt werden.

Die Versuche mit gasförmigen Giften wurden in Glasgefäßen, deren obere Ränder mit Vaseline eingefettet und mit einer Glasplatte luftdicht abgeschlossen waren, ausgeführt. Die Versuchsgefäße besaßen ein Volumen von je 110 ccm Inhalt. Von den flüssigen Giftstoffen wurde je 30 Tropfen auf einem Wattebausch zur Verdunstung gebracht. Als Versuchsobjekte dienten erwachsene, parthenogenetische Weibchen der Art Macrosiphum tulipae. Die Versuchsergebnisse basieren auf rund 3250 Zählungen. Bei jedem Individuum wurde die Zahl der Herzpulsationen dreimal gezählt und der Durchschnitt dieser drei Zahlen vermerkt.

Versuche.

I. Temperaturversuche.

Da meines Wissens über die Schlagfrequenz des Dorsalgefäßes bei den Aphiden noch keine Untersuchungen vorliegen, mußte zunächst die Anzahl der Herzschläge unter normalen Bedingungen, aber bei verschiedenen Temperaturen gefunden werden. Hierüber existiert nur eine kurze Angabe in Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie (1925, I. Bd. 1. Hälfte), wo der Bearbeiter des Abschnittes: Bewegung der Körpersäfte, E. Th. v. Brücke, eine eigene Beobachtung der Schlagfrequenz des Aphidenherzens wiedergibt und findet, daß bei einer Temperatur von 18° C die Pulsationen des Dorsalgefäßes 66—80, im Mittel 74 Schläge in der Minute betrugen. Diese Beobachtung wurde mit 14 Zählungen an 5 Tieren gemacht und hieraus der Mittelwert bestimmt.

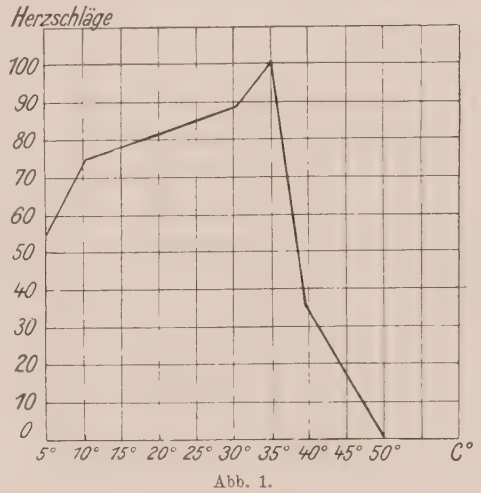


Abb. 1.

Die Temperaturversuche gelangten bei 5, 10, 23, 30, 35 und 40° C zur Ausführung. Bei 5° C erwies sich die Herzfrequenz stark herabgemindert, im Durchschnitt auf 56,18 Pulsationen in der Minute. Die Individuen unterlagen einer vorübergehenden teilweisen Kältestarre, von welcher sie sich jedoch in wenigen Minuten erholten, sobald sie in höhere Temperaturen überführt wurden.

Die Temperaturzone von 10—30° C (siehe Kurve 1) kann als Normalzone angesprochen werden, was aus dem gleichmäßigen Ansteigen der

Frequenzkurve bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur hervorgeht. Während die Pulsationen bei 5, 35 und 40° C mehr oder minder unregelmäßig erfolgten, waren sie bei 10, 23 und selbst noch bei 30° C äußerst regelmäßig. Ab 30° C wird die Herzfrequenz immer unregelmäßiger und an diesem Punkt beginnt die langsam fortschreitende Hitzestarre. Bei 10° C belief sich die Zahl der Pulsationen auf durchschnittlich 75,80, bei 23° C auf 83,15 und bei 30° C auf 88,87 Schläge in der Minute. Die Zahl der Pulsationen erreichte bei 35° C mit 101,28 als Mittelwert ihren Höhepunkt.

Bei 40° C erfolgte ein bemerkenswerter Rückgang in der Zahl der Herzschläge. Diese betrugen in der Minute durchschnittlich nur 36,67. Bei dieser Temperatur verhielten sich die Tiere vollkommen bewegungslos, mit Ausnahme der Tarsen und Antennen, welche andauernd leicht vibrierten. Wenn die Tiere in niedrigere Temperaturen zurückgebracht wurden, erholten sie sich rasch und auch die Herzfrequenz wurde wieder ins Normale gesteigert. Erst bei 50° C konnte der Herzstillstand beobachtet werden.

Da die vollkommene Wiedergabe der Versuchsprotokolle einen zu großen Raum beanspruchen würde, sei hier nur in einer tabellarischen Übersicht das Maximum, Minimum und der Durchschnitt der jeweiligen Versuche vermerkt.

Tabelle 1.

Zusammenfassung der Temperaturergebnisse.

Grade in C	Herzpulsationen in der Minute			Bemerkungen	Beobachter
	Durchschnitt	Maximum	Minimum		
5	56,18	80	40	Vorübergehende teilweise Kältestarre	Verfasser
10	75,08	96	56	Normalzone	Verfasser
18	74,—	80	66	„	Brücke
23	83,15	96	76	„	Verfasser
30	88,87	108	76	Beginn der Hitzestarre	Verfasser
35	101,28	116	92	Maximale Herzfrequenz	Verfasser
40	36,67	60	28	Vorübergehende Hitzestarre	Verfasser
50	0	0	0	Herzstillstand	Verfasser

Über den Einfluß von verschiedenen Temperaturen auf die Herzfrequenz der Insekten sind nur wenige Reihenversuche bekannt. Graber

(1873) stellte ähnliche Versuche mit Phryganidenlarven, Polimanti (1915) mit Raupen von *Bombyx mori* an. Wixforth (1924) fand im Laufe ihrer Untersuchungen über die Schlagzahl des Herzens bei Mochlonyxlarven, daß die optimale Zone für diese sich von 16—22°C erstreckt, innerhalb welcher Zone 18—30 Schläge in der Minute beobachtet werden konnten. Von 27—30° ist die Herztätigkeit hinsichtlich Stärke und Frequenz äußerst unregelmäßig. Bei 39—40° wurden im Durchschnitt 95 Schläge in der Minute gezählt. Die Ergebnisse zitierter Autoren sind zum leichteren Vergleich mit oben beschriebenen Versuchen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2.

Grade in C	Bombyx mori	Phryganidenlarven	Mochlonyxlarven	Macrosiphum tulipae
5	—	—	—	56
10	—	—	—	75
13,7	—	18	—	—
15	34	21	—	—
16	—	—	18	—
17,5	—	24	—	—
18	—	—	—	74[1])
20	40	—	—	—
21,25	—	25	—	—
22	—	—	30	—
23	—	—	—	83
25	54	26	—	—
26,25	—	33	—	—
30	65	—	—	88
31,25	—	53	—	—
35,75	—	61	—	—
35	75	70	—	101
36,25	—	70	—	—
37,5	—	73	—	—
38,75	—	76	—	—
40	90	0	95	36
Beobachter:	Polimanti	Graber	Wixforth	Verfasser

Interessant ist auch ein Vergleich der Kurve Bachmetjews (1907) (zitiert nach Friedrichs, 1930), welche das Verhalten der Insekten bei verschiedenen Temperaturen darstellt, mit den gewonnenen Ergebnissen. In nachfolgender Zusammenstellung sind die Zahlen der Kurve Bachmetjews mit den bei meinen Versuchen gewonnenen verglichen.

[1]) Nach Brücke, bei Aphis (?).

Tabelle 3.

	Bachmetjew °C	Verfasser °C
Vorübergehende Wärmestarre . .	38—48	35—40
Beginn der Wärmestarre . . .	38	35
Überoptimale Zone	26 –38	23—35
Optimum	26	23
Unteroptimale Zone	15—26	10—23
Beginn der Kältestarre	15	10
Vorübergehende Kältestarre . .	— 1,5 – 15	+ 5—10

Die Abweichungen der in meinen Versuchen gewonnenen Werte von den Angaben Bachmetjews haben ihre Ursache in dem Umstand, daß dieser seine Kurve für Insekten im allgemeinen aufgestellt hat, während sich meine Angaben auf die von Temperaturschwankungen stark abhängige Gruppe der Aphiden beziehen.

II. Versuche mit gasförmigen Giften.

Alle Versuche wurden, wie schon erwähnt, bei einer Temperatur von 23° C, dem Temperaturoptimum, durchgeführt. Die Menge des verwendeten Giftstoffes betrug immer je 30 Tropfen, die in Schalen von 110 ccm Rauminhalt zum Verdunsten gebracht wurden.

Um Raum zu sparen, und der leichteren Übersicht wegen sind die gewonnenen Resultate in Tabelle 4 übersichtlich zusammengestellt. Im folgenden soll nur kurz über das Verhalten der Tiere während der Versuche berichtet werden.

1. Mirbanöl, $C_6H_5NO_2$ (Siehe Kurve 2.)

Mirbanöl erwies sich als das leichteste von allen verwendeten Giften. Nach einer Einwirkungszeit von 5 Minuten war das Verhalten der Tiere noch ganz normal. Erst nach einer Einwirkungsdauer von 10 Minuten waren die Tiere zum Teil bewegungslos, erholten sich aber, in frische Luft gebracht, nach ungefähr 3—5 Minuten. Nach 15 Minuten waren die Herzschläge äußerst schwach und unregelmäßig. Vollkommener Herzstillstand wurde erst nach 50 Minuten Einwirkungsdauer beobachtet. Versuchstiere, welche nach dieser Einwirkungsdauer in normale Bedingungen zurückgebracht wurden, zeigten nach 10 Minuten wieder schwache Herzbewegungen (siehe Kurve 2). Nach weiteren 10 Minuten an frischer Luft erfolgte jedoch wieder ein Herabsinken der Herzfrequenz. 5 Minuten später wurde ein Ansteigen derselben mit durchschnittlich 30 Pulsationen in der Minute beobachtet. Hier wurden die Versuche abgebrochen. Nach 12 Stunden unter normalen Bedingungen konnte der Tod von 75% der Versuchstiere beobachtet werden.

Mirbanöl zeigte also, mit anderen Giften verglichen, eine momentan schwache, aber sehr anhaltende Wirkung. Auch konnte eine Verfärbung der noch lebenden Tiere ins Bräunliche beobachtet werden, was darauf hinzuweisen scheint, daß auch diese zu sehr geschädigt waren, um sich noch nach Ablauf von weiteren Stunden unter normalen Bedingungen erholen zu können.

2. Formaldehyd, 40%, H.CHO. (Siehe Kurve 2.)

Es wurde Formalin, Original Schering Kahlbaum Berlin, verwendet. Noch nach einer Einwirkungsdauer von 5—7 Minuten zeigten die Tiere keine besonderen äußeren Schädigungen. Bis auf etwas verlangsamte Bewegungen war ihr Verhalten durchaus normal. Betrug die Einwirkungsdauer 10 Minuten, so war ein Teil der Tiere bewegungslos und erst nach

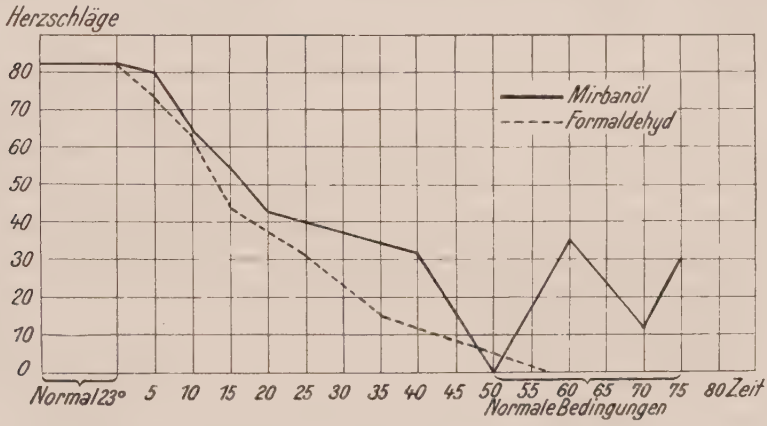


Abb. 2.

15 Minuten langer Einwirkung waren alle Tiere bewegungslos, erholten sich jedoch, in normale Bedingungen zurückgebracht, verhältnismäßig rasch. Auch hier zeigten sich noch nach 12 Stunden nachteilige Wirkungen. Obgleich lebend konnte ebenfalls auch hier bei den Versuchstieren eine Verfärbung ins Bräunliche festgestellt werden. Nach 50 Minuten langer Einwirkung konnten nur bei 55% der Tiere noch Herzschläge festgestellt werden.

Nach 12 Stunden unter normalen Bedingungen waren von den Versuchstieren, welche einer Einwirkungszeit von 35 Minuten ausgesetzt waren, noch 80% am Leben, von denen, die 50 Minuten lang Formalindämpfen ausgesetzt waren, nur noch 20%. Herzstillstand bei ausnahmlos allen Versuchstieren konnte erst nach 57 Minuten beobachtet werden. Diese Tiere erholten sich, in normale Bedingungen gebracht, nicht mehr.

3. Azeton, $CH_3.CO.CH_3$. (Siehe Kurve 3.)

Azeton wirkt bei gleicher Tropfenmenge bedeutend rascher als die beiden schon beschriebenen Gifte. In der ersten Minute der Einwirkung

wurde ein lebhaftes Umherwandern der Tiere beobachtet. In der ersten Hälfte der zweiten Minute verloren die Aphiden die Kontrolle über ihre Bewegungen, fielen auf den Rücken und waren trotz größter Anstrengungen nicht mehr imstande, sich zu erheben. Nach einer Einwirkungsdauer von 2 Minuten bewegten sich die Tiere noch schwach, der Herzschlag war jedoch hinsichtlich der Stärke normal, aber langsam und unregelmäßig. Nach 3 Minuten Einwirkungszeit waren alle Versuchstiere regungslos, der Herzschlag erwies sich als schwach, flatternd und unregelmäßig. Nach 7 Minuten konnte nur noch ein schwaches Herzflimmern, nach 10 Minuten Herzstillstand festgestellt werden.

4. Schwefelkohlenstoff, CS_2. (Siehe Kurve 3.)

Es erfolgte fast sofortige vollkommene Bewegungslosigkeit der Versuchstiere. Der Herzschlag war schwach und unregelmäßig. In normale Bedingungen zurückgebracht erholten sich die Tiere nicht mehr. Herzstillstand konnte nach einer Einwirkungszeit von 4 bis 7 Minuten festgestellt werden.

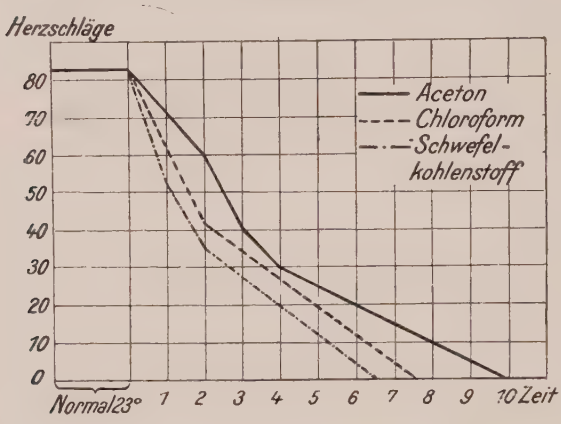


Abb. 3.

5. Chloroform, $CH.Cl_2$. (Siehe Kurve 3.)

Ebenso wie bei Schwefelkohlenstoff erfolgte auch bei Chloroform fast sofortige, vollkommene Bewegungslosigkeit. Nach 1 Minute Einwirkungszeit bewegten die Tiere Antennen und Tarsen nur noch sehr schwach. Der Herzschlag war äußerst schwach und unregelmäßig. In normale Bedingungen zurückgebrachte Versuchstiere erholten sich nur schwer oder gar nicht. Herzstillstand konnte nach 5—10 Minuten Einwirkungsdauer beobachtet werden. Die Tiere erholten sich darnach nicht mehr.

6. Tabak.

Als weiterer Versuch wurde $^1/_5$ g Tabakpulver zum Verbrennen gebracht. Die Wirkung war eine sofortige Bewegungslosigkeit aller Versuchstiere. 3 Minuten lange Einwirkung tötete dieselben ausnahmslos ab.

7. Benzol, C_6H_6. (Siehe Kurve 4.)

Nach einer Einwirkungszeit von 1 Minute verhalten sich die Tiere fast bewegungslos, fallen auf den Rücken und bewegen nur noch schwach Antennen und Tarsen. In normale Bedingungen zurückgebracht, erlangen

sie nach 5 Minuten wieder die Kontrolle über ihre Bewegungen. Nach 5 Minuten langer Einwirkungsdauer war die Herzbewegung nur noch sehr schwach und äußerst unregelmäßig. Bei 70% der Tiere konnte überhaupt kein Herzschlag mehr festgestellt werden. Herzstillstand konnte bei allen Versuchstieren nach einer Einwirkungszeit von 8 Minuten beobachtet werden. Auch die Tiere, welche einer 6 und 7 Minuten langen Einwirkung ausgesetzt waren, erholten sich nicht mehr und starben, in normale Bedingungen zurückgebracht, rasch ab.

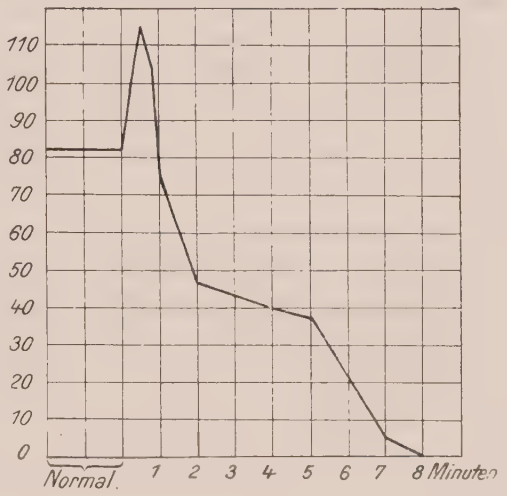


Abb. 4.

8. Essigsäureäthylester u. Tetrachlorkohlenstoff, $CH_3CO.OC_2H_5 + C.Cl_4$. (Siehe Kurve 5.) Mischungsverhältnis 2 : 1.

Diese Mischung wirkte verhältnismäßig langsam, aber um so anhaltender. Innerhalb der ersten Minute bewegten die Versuchstiere lebhaft

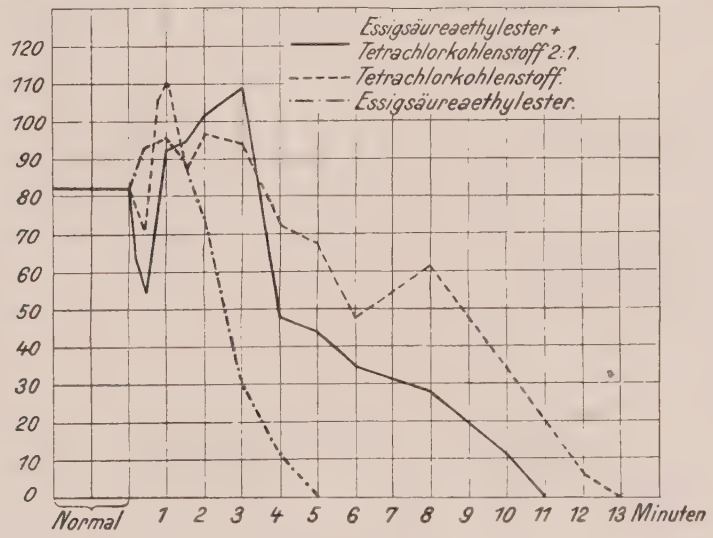


Abb. 5.

Antennen und Tarsen. Nach 50 Sekunden wurden diese Bewegungen immer schwächer, bis sie nach einer Einwirkungsdauer von 2 Minuten vollkommen aufgehört haben. Nach 11 Minuten langer Einwirkung konnte

Tabelle 4.

Giftstoff	Einwirkungszeit	Herzschläge in der Minute		
		Durchschnitt	Maximum	Minimum
Mirbanöl	5 Min.	81,28	88	73
	10 „	65,68	88	38
	15 „	55,44	64	40
	20 „	43,00	56	36
	40 „	32,00	44	28
	50 „	—	—	—
Formaldehyd	5 Min.	74,56	80	60
	10 „	64,40	80	48
	15 „	47,52	56	40
	25 „	32,00	36	28
	35 „	16,57	20	12
	50 „	5,14	16	8
	57 „	—	—	—
Azeton	2 Min.	60,80	68	56
	3 „	41,10	60	36
	4 „	30,40	40	20
	10 „	—	—	—
Chloroform	2 Min.	41,93	56	36
	7—8 „	—	—	—
Schwefelkohlenstoff	1 Min.	53,12	64	48
	2 „	36,51	48	28
	6—7 „	—	—	—
Tabak	2 Min.	43,20	60	32
	3 „	—	—	—
Benzol	15 Sek.	99,52	112	88
	30 „	114,84	124	100
	45 „	104,00	112	92
	60 „	76,16	100	56
	90 „	56,48	76	40
	2 Min.	47,52	60	32
	3 „	43,24	56	36
	5 „	38,00	52	24
	7 „	4,50	9	3
	8 „	—	—	—

Noch: Tabelle 4.

Giftstoff	Einwirkungszeit	Herzschläge in der Minute		
		Durchschnitt	Maximum	Minimum
Essigsäureäthylester + Tetrachlorkohlenstoff	15 Sek.	64,00	68	60
	30 „	57,18	80	40
	60 „	93,60	116	76
	90 „	96,00	120	80
	2 Min.	111,71	120	92
	3 „	118,13	128	92
	4 „	47,73	60	40
	5 „	45,50	64	36
	6 „	36,53	44	28
	8 „	28,80	36	24
	10 „	11,60	24	—
	11 „	—	—	—
Essigsäureäthylester . .	30 Sek.	90,00	104	64
	60 „	94,40	108	80
	90 „	89,80	104	56
	2 Min.	74,40	92	52
	3 „	32,00	40	24
	4 „	12,30	32	—
	5 „	—	—	—
Tetrachlorkohlenstoff . .	15 Sek.	71,80	80	64
	30 „	93,00	104	80
	45 „	108,00	116	100
	69 „	111,00	116	98
	90 „	88,00	100	68
	2 „	98,40	124	68
	3 „	95,60	120	80
	4 „	72,80	92	60
	5 „	68,40	76	56
	6 „	48,40	80	32
	8 „	60,80	84	52
	12 „	4,80	48	—
	13 „	—	—	—

der Herzstillstand aller Versuchstiere beobachtet werden. Tiere, welche nach 6 Minuten langer Einwirkungsdauer 12 Stunden lang in normale Bedingungen gebracht wurden, zeigten nach Ablauf dieser Zeit schwere Schädigungen. 48% derselben waren tot. Von den Tieren, welche einer 8 Minuten langen Einwirkung ausgesetzt waren, erwiesen sich 75%, und von denen, die 10 Minuten lang der Giftwirkung ausgesetzt waren, 90% als tot. Der Herzschlag war von der ersten Minute an, während des ganzen Versuches, äußerst unregelmäßig.

Es wurden noch Versuche mit Essigsäureäthylester und Tetrachlorkohlenstoff angestellt, wobei jedes dieser Gifte für sich allein verwendet wurde, um einen Vergleich ihrer Wirkung mit der Wirkung der Mischung zu ermöglichen.

9. Essigsäureäthylester, $CH_3CO.OC_2H_5$. (Siehe Kurve 5.)

Die Herzfrequenz erwies sich im Laufe dieses Versuches als ungemein schwach und unregelmäßig.

10. Tetrachlorkohlenstoff, $C.Cl_4$. (Siehe Kurve 5.)

Die Tiere verlieren nach 25 Sekunden die Herrschaft über ihre Bewegungen, sind jedoch erst nach 3 Minuten völlig bewegungslos. Erst nach 13 Minuten konnte der Herzstillstand aller Versuchstiere beobachtet werden. Die Tiere, welche nach 5, 6 und 8 Minuten langer Einwirkung 2 Stunden lang in normale Bedingungen gebracht wurden, erwiesen sich als schwer geschädigt. Von ersteren waren nur mehr 72% am Leben, von letzteren nur mehr 30%. Von den Tieren, welche einer 6 Minuten langen Einwirkung ausgesetzt waren, zeigten 50% eine leichte bräunliche Verfärbung, die übrigen 50% waren tot.

Besprechung und Auswertung der Ergebnisse.

Mirbanöl und Formaldehyd sind beides langsam wirkende Insektizide. Es bedarf einer hohen Konzentration und einer verhältnismäßig langen Einwirkungsdauer, um die Tiere soweit zu schädigen, daß sie nicht mehr imstande sind, sich zu erholen und an den Folgen der Giftwirkung zugrunde gehen. Wenn auch die Tiere nach vorher beobachtetem Herzstillstand sich wieder belebten, unterlagen sie doch im Laufe einiger Stunden der tödlichen Wirkung.

Die Versuche mit Azeton, Chloroform und Benzol sind an und für sich nur von rein wissenschaftlichem Interesse, da sie in der Praxis bisher nicht Verwendung fanden und sich wegen ihrer Anwendungsschwierigkeiten wohl kaum als Insektizide durchsetzen werden. Die Aceton- und die Chloroformkurve verlaufen miteinander verglichen äußerst ähnlich. Diese Gifte zeichnen sich durch ihre große Wirkungsgeschwindigkeit aus und könnten, fallweise verwendet, sehr erfolgreich sein, da es anzunehmen ist, daß sie auch auf andere Insekten ebenso rasch tödlich wirken.

Die Wirkung des Benzols erinnert durch den anfänglichen rapiden Anstieg der Herzfrequenz innerhalb der ersten Minute und den darauf folgenden ebenso raschen Abfall derselben an die Wirkungsweise des Tetrachlorkohlenstoffes. Nur führt Benzol früher zum Herzstillstand.

Schwefelkohlenstoff erwies sich als ungemein rasch und sicher wirkendes Insektizid. Noch bevor vollkommener Herzstillstand beobachtet

wurde, waren die Versuchstiere (nach 2 Minuten, Mittelwert der Herzpulsationen 36,51) soweit geschädigt, daß sie im Laufe einiger Stunden abstarben.

Tabak, als bekanntes und bewährtes Mittel gegen Blattläuse zeigte wohl die rascheste Wirkung von allen anderen verwendeten Giften. Schon eine Einwirkungsdauer von 2—3 Minuten genügte, um die Tiere tödlich zu schädigen.

J. K. Dickerson erwähnte in seiner Arbeit: Some chemical problems of the Insecticide Industry (1925) die Mischung Essigsäureäthylester und Tetrachlorkohlenstoff im Verhältnis 2 : 1 als ein äußerst gut wirksames Insektizid. Eine tödliche Wirkung konnte bereits nach 6 Minuten beobachtet werden, nach welcher Zeit allerdings erst 48% der Versuchstiere tödlich geschädigt waren. Unbedingt für alle tödlich war eine Einwirkungsdauer von 11 Minuten (Herzstillstand).

Es wurden Versuche mit Essigsäureäthylester und Tetrachlorkohlenstoff angestellt, um einen Vergleich der Wirkung dieser beiden Stoffe allein und derjenigen der Mischung zu ermöglichen.

Der rapide Anstieg der Herzfrequenz innerhalb der ersten Minute und der darauf folgende Abfall derselben sind, wie aus dem Vergleich der Mischungskurve mit der Tetrachlorkohlenstoffkurve hervorgeht, der Wirkung des Tetrachlorkohlenstoffes zuzuschreiben, obgleich die Wirkungsgeschwindigkeit des letzteren geringer ist als diejenige des Essigsäureäthylesters. Dieser ist als der beschleunigende Wirkungsfaktor anzusprechen, nachdem eine tödliche Wirkung auf die Tiere bereits nach 4—5 Minuten zu beobachten ist.

Diese gewonnenen Resultate der Versuche über die Einwirkung gasförmiger Gifte auf die Schlagfrequenz des Dorsalherzens zeigen uns, daß die genaue Wirkungsgeschwindigkeit irgendwelcher Insektizide auf diesem Wege ziffernmäßig bestimmt werden kann. Auch können wir mit Hilfe dieser Methode genau den Punkt angeben, bis zu welchem ein Gift einwirken muß, um ein Insekt soweit zu schädigen, daß es, wenn auch in normale Verhältnisse zurückversetzt, sich nicht mehr erholen kann. Auch die notwendige Konzentration des Giftstoffes läßt sich durch solche Untersuchungen genau feststellen.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, daß unsere Insektizide, die als Atemgifte bekannt sind, sich nur zum Teil zur Bekämpfung der Pflanzenschädlinge eignen, sondern hauptsächlich für den Material- und Vorratsschutz in Betracht kommen. Ebenso möchte ich noch bemerken, daß die Resultate vorliegender Versuche nicht auf die gesamten Insekten, sogar nicht einmal auf die ganze Ordnung der Rhynchoten zu verallgemeinern sind, da es bekannt ist, daß die Reaktionsweise vieler Insekten auf ein und dasselbe Gift äußerst verschieden sein kann. Für jede einzelne Gruppe der Insekten dürfte die Zahl der Herzpulsationen bei Giftwirkung innerhalb einer gewissen Einwirkungsdauer verschieden sein.

Literatur.

Bachmetjew, P., Experimentell-entomologische Studien. I. Temperaturverhältnisse bei Insekten.. Leipzig 1901. II. Einfluß der äußeren Faktoren auf die Insekten. Sofia 1907.

Brücke, E. Th. von, Die Bewegung der Körpersäfte. In: Handbuch der vergleichenden Physiologie, herausgegeben von H. Winterstein, 1. Bd., 1. Hälfte, Physiologie der Körpersäfte und der Atmung. Jena 1925.

Dickerson, J. K., Some chemical problems of the insecticide industry. Industry Engineer Chemistry XVI, S. 1007—1012, 1925.

Friedrichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Berlin 1930.

Graber, V., Über den pulsatorischen Apparat der Insekten. Archiv f. mikr. Anat. IX, S. 129—144, 1873.

Polimanti, O., Physiologische Untersuchungen über das pulsierende Gefäß von *Bombyx mori* L. I. Der Einfluß der Temperatur auf den Rhythmus des pulsierenden Gefäßes. Biol. Centralbl. XXXV, S. 143—145, 1915.

Wixforth, E., Der Herzschlag der Culicidenlarven unter natürlichen und künstlichen Bedingungen. Arch. f. Naturgesch. XC, S. 193—240, 1924.

Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen.

Von

M. Ass und **G. Funtikow †**, Leningrad.

(Mit 13 Abbildungen und 6 Kurven.)

Einleitung.

Zu vorliegender Arbeit, die laut Aufgabe des Leningrader Instituts für wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Holzindustrie ausgeführt wurde, sind folgende Materiale benutzt worden:

Die Angaben des verstorbenen G. P. Funtikow, welcher im Jahre 1928 im Versuchsrevier Sieverskaja[1]) die Eiablage der Holzwespen beobachtete. Alle Angaben über die Anzahl der Stiche, über das Einwirken des Lichtes auf die Tätigkeit der Holzwespen, über die für das Ausführen eines jeden Stiches nötige Zeitdauer erhielt ich aus dem Material des im Frühjahr 1930 verstorbenen G. P. Funtikow.

Somit kann die vorliegende Arbeit als Fortsetzung der Untersuchungen über die Besiedelung künstlich geschwächter Bäume, die im Versuchsrevier vorgenommen worden waren, angesehen werden.

Die Beobachtungen fanden an zwei Fichtenstämmen des Versuchsreviers Sieverskaja statt, von denen der eine Stamm an seinem unteren Teile angebrannt, beim anderen der Gipfel entfernt war. Im Sommer und Winter 1930 wurden diese Beobachtungen zu Ende geführt, die jetzt eingetrockneten Stämme umgehauen und die Beschädigungen einer eingehenden Prüfung unterzogen. Im Laufe des Sommers gelang es, einige Kontrollversuche über die Ernährung erwachsener Holzwespen zu stellen.

Bei den Beobachtungen von G. P. Funtikow handelt es sich hauptsächlich um Imagines von *Sirex gigas* L. und *Xeris spectrum* L. Ich hatte dagegen mehr mit *Paururus juvencus* L. und dessen Larven zu tun. Das im Resultate der Analyse der Stämme erhaltene Material wurde im Laufe des Winters 1930—31 bearbeitet. Meinen innigsten Dank spreche ich Herrn Prof. M. N. Rimsky-Korsakow aus, nach dessen Initiative unsere Versuche gestellt wurden, für seine Hilfe und werten Ratschläge.

Leningrad, Mai 1931. M. J. Ass.

[1]) Unweit Leningrad.

Die Holzwespen, *Siricidae*, sind eine noch wenig erforschte Gruppe der Hautflügler. Jene allgemeinen Angaben, die in der Literatur über ihre Biologie angeführt werden, sind kurz, unvollständig und erfordern oft eine Nachuntersuchung.

Die Größe des durch sie verursachten Schadens und folglich ihre Bedeutung für die Forstwirtschaft wird öfters übertrieben, doch auch manchmal unterschätzt.

Während die bekanntesten Arten nach den Merkmalen der Imagines schon 1758 von Linné (26) beschrieben wurden, ist in bezug auf Morphologie und Unterscheidungsmerkmale der Larven bis jetzt noch wenig getan.

Genauer gesagt, können wir bis jetzt noch nicht die verschiedenen Gattungen zugehörenden Larven unterscheiden, und, da die Kiefer und die Fichte nicht von einer, sondern von drei verschiedenen Gattungen (s. unten) besiedelt werden, konnte bis jetzt weder nach den Beschädigungen, noch nach den Larven mit Bestimmtheit gesagt werden, mit welcher von diesen Gattungen wir in einzelnen Fällen zu tun haben. Es ist klar, daß bei solch einem Zustand unserer Kenntnisse keine Berechnung des Schadens und folglich auch keine Würdigung der forstwirtschaftlichen Bedeutung dieser Familie möglich war.

I.

Die Siriciden sind weit verbreitet und durch eine große Anzahl von Arten vertreten. Nach F. V. Konow zerfällt die Unterfamilie *Siricini* (*Xiphydriini* werden hier nicht in Betracht gezogen), d. h. die Holzwespen im engeren Sinne in folgende Gattungen:

1. *Xeris* Costa. Hierher gehören 3 Arten, von denen eine (*spectrum* L.) über ganz Europa verbreitet ist; die anderen zwei — in Amerika.
2. *Sirex* L. 13 Arten; davon 3 europäisch, die übrigen — in Amerika, Asien.
3. *Paururus* Knw. 11 Arten, davon drei in Europa, die Mehrzahl in Amerika.
4. *Tremex* Jur. 11 Arten, davon 2 in Europa.
5. *Teredonia* Kirby. Eine Art in Amerika.

Tremex, als nur in Laubholz lebende Gattung, wurde bei unseren Beobachtungen nicht in Betracht gezogen. Beobachtet wurden hauptsächlich *Paururus juvencus* L., *Sirex gigas* L. und *Xeris spectrum* L. Nach W. Leisewitz (25) legt *Sirex gigas* L. seine Eier in Fichte (*Picea excelsa* LK.) ab, und ebenso in Kiefer und Tanne (*Pinus sylvestris* L. und *Abies pectinata* Dc.). *Paururus juvencus* L. siedelt ebenfalls sowohl in der Kiefer als auch in der Fichte. *Xeris spectrum* L. ist nur an der Fichte bemerkt worden. Dovnar-Zapolsky (14) führt für *Sirex gigas* — *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix* und sogar *Populus* und *Fraxinus* an, für

Paururus juvencus — ebenfalls Kiefer und Fichte. Was *Xeris spectrum* L. anbetrifft, so ist er vermerkt an *Pinus*, *Picea* und *Abies*.

Unsere Beobachtungen und Angaben stammen aus dem Versuchsrevier in Sieverskaja, wo im II. Quartal des Ontschen-Rayons zwei Fichten künstlich geschwächt waren.[1]) Sie wurden von Siriciden oft besucht, und — wie aus nachfolgenden Untersuchungen ersichtlich — stark besiedelt.

II.

Die Flugzeit der Holzwespen im Versuchsrevier Sieverskaja wurde im Jahre 1928 beobachtet:

vom 12. August bis 29. August — *Sirex gigas*.
vom 13. August bis 29.—30. August — *Xeris spectrum*.

Paururus juvencus erschien etwas später, und wurde vom 11. September bis zum 15. September beobachtet (augenscheinlich flog *Paururus* auch früher, vor dem 11. September, war aber in den Angaben des Beobachters nicht vermerkt). Die Angaben für 1929 sind unvollständig (*Sirex gigas* — 18. Juni, 31. Juli und 6. August, *Xeris spectrum* 21. Juni). 1930 wurde *Sirex gigas* vom 28. August bis 3. September beobachtet. Doch sind diese Angaben wahrscheinlich ebenfalls unvollständig. Wenn wir dieselben zusammenfassen, erhalten wir folgendes:

Sirex gigas fliegt im Versuchsrevier Sieverskaja von Mitte August bis September.
Xeris spectrum — von Juli bis Ende August.
Paururus juvencus — von Mitte August bis Mitte September.

Nach Chrystal (10), welcher seine Beobachtungen in den Wäldern von Tubney (England) gemacht, erscheint:

Sirex gigas etwas zeitiger — vom Juni bis zum 9. September, oder sogar (Ewans, Südschottland) bis Anfang Oktober.
Sirex cyaneus Fabr. (Konow zählt diese Art zur Gattung *Paururus*) erscheint in der Regel erst Ende Juli und sogar später, in Abhängigkeit von der Witterung (1927 — von Mitte August bis Ende September).

Hartig, Bechstein, Taschenberg und andere geben für Mitteleuropa bloß annähernde Daten an. Somit fällt die Flugzeit der *Siricini* auf die zweite Hälfte des Sommers und den Herbst.

Ferner erwähnt Chrystal, daß die den Baumstamm verlassenden Insekten aus Fluglöchern schlüpfen, in denen sie sich 5 Wochen früher verpuppt hatten. Es gibt Fälle von Überwintern erwachsener Insekten, die im Stamm bis zum nächsten Frühjahr bleiben.

Brauns (6) fand, bei der Untersuchung einer anderen Art — *Sirex fuscicornis* F., ebenfalls vollkommen ausgebildete Exemplare von Holz-

[1]) Bei einer Fichte war der Stamm unten versengt, bei der anderen der Gipfel entfernt (Anfang August 1928).

wespen, die nicht ausgeflogen waren, ungeachtet dessen, daß es ihnen gelungen war, das Flugloch durchzunagen, manchmal auch die Rinde, so daß der Beobachter beim Entfernen derselben oft die darunter sich befindende Holzwespe mit dem Messer köpfte. Wir trafen auch Weibchen und Männchen von *Paururus juvencus* an, die ihre Gänge nicht verlassen hatten. Es ist möglich, daß die Witterung für das Ausfliegen nicht günstig war, und die Insekten auf Wärme und Sonnenlicht warteten.[1]) Manche Individuen sterben so, ohne ausgeflogen zu sein. Chrystal (l. c.) erklärt diese Eigentümlichkeit der Holzwespen durch eine Pilzerkrankung. Oft sind auch abgestorbene Exemplare vom Myzelium der Basidiomyzeten bedeckt. Aber mit Bestimmtheit können wir nicht behaupten, daß die Pilze nicht auf den, an anderen Ursachen eingegangenen Insekten, sich entwickelten. In den von uns untersuchten 463 *Paururus*-Gängen fanden wir 60, größtenteils vor dem Verpuppen abgestorbene Exemplare, was 13% der Gesamtanzahl bedeutet. Von diesen 60 Larven war in 13 Fällen der Tod durch Parasiten erwiesen. Nach den Resten eines solchen Parasiten gelang es bloß zu bestimmen, daß er den Ichneumoniden und zwar den Pimplinen zugehörte.[2])

Von anderen Parasiten der Holzwespe, die bei uns vorkommen und auch in der Literatur erwähnt werden, führen wir an:

Von Ichneumoniden (dieselbe Gruppe *Pimplinae*) — *Rhyssa.*

Große Schlupfwespen mit langem Bohrstachel. Die Weibchen durchbohren die über der Siricidenlarve befindliche Holzschicht und legen ihre Eier in die Larve ab.

Auf *Sirex gigas* L. parasitieren *Rhyssa amoena* Grew.
„ *persuasoria* L.

Beide parasitieren (nach Kleine, 23) ebenfalls auf Larven des Holzbockes *Cerambyx.* Werden im Versuchsrevier Sieverskaja oft angetroffen.

Auf *Sirex fuscicornis* F. parasitieren *Thalessa* (*Rhyssa*) *superba* Kriechb.
„ *clavata* Fabr.
nach Brauns (6) „ sp. (nov.?)

Auf *Sirex gigas* L. parasitiert ebenfalls eine interessante Gallwespe *Ibalia leucospoides* Hohenw., die von uns im Versuchsrevier Sieverskaja von Mitte Juni bis Ende Juli beobachtet wurde. Es wurde angenommen, daß diese Gallwespe in Rußland ziemlich selten ist und das Areal ihrer Verbreitung blieb unaufgeklärt. Wir fanden in der Literatur Angaben über deren Vorkommen in Detskoje Sselo (12. August 1900, Leningrader

[1]) Auf diese Weise werden die Insekten mit den Stämmen oft in Gegenden gebracht, wo sie früher nicht vorkamen. Der Autor dieser Zeilen fing 1928 *Paururus juvencus* auf der Insel Kildin an der Murmanküste (im Barenzmeer, etwas südlicher 70° N. Br.), wohin sie mit dem augenscheinlich aus Karelien angeschwemmten Bauholz kamen. Derselbe *Paururus* ist auch nach Neuseeland (Chrystal, 1911) von Einwanderern verschleppt worden.

[2]) Allem Anschein nach hatten wir mit *Ephialtes* zu tun.

Gebiet) und in Toropez (vorm. Pleskauer Gouv.) 12. Juni 1900 (2). Sie wurde ebenfalls von Silantjew im Park des Forstinstitutes bei Leningrad (29) 1898 gefunden.

Auf *Sirex* (*Paururus*) *cyaneus* sind dieselben *Ibalia leucospoides* und *Rhyssa persuasoria* (Chrystal [11]) beobachtet worden.

Von wissenschaftlichen Instituten Englands ist vorgeschlagen worden, diese Parasiten zwecks Akklimatisation in Neuseeland einzuführen, wo die von Kolonisten eingeschleppte blaue Holzwespe *(Paururus juvencus)* sich in der letzten Zeit stark vermehrt und die Bestände der aus Amerika stammenden *Pinus radiata* Don beschädigt hat.

Augenscheinlich haben die hier aufgezählten Parasiten keinen bestimmten Wirt und können auf verschiedene Verteter der *Siricini* übergehen.

III.

Gänzlich unerklärlich bleiben die schon längst bemerkten Größenschwankungen unserer Insekten (Bischoff [4]). Wir fanden im Holz nebeneinander Gänge verschiedener Größe und Durchmessers; beim Verfolgen derselben bis zum Anfang kommt man zur Überzeugung, daß sie von einem gemeinsamen Bohrstich herrühren, d. h. alle entsprechende Eier von einem und demselben Weibchen gelegt waren (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. VI). Nach dem Durchmesser zu urteilen (ich unterlasse die auf Grund von Messungen gemachte Berechnung) war die eine aus einem Flugloch geschlüpfte Holzwespe 17 mm, die andere 9—10 mm lang, obgleich sie unter anscheinend analogen Entwicklungsverhältnissen lebten, was der Erklärung von Judeich und Nitsche (19) widerspricht, da sie einen Einfluß einer Unterernährung voraussetzen. Unter unseren Bedingungen variierten die Weibchen von *Paururus juvencus* in ihrer Körperlänge zwischen 12 und 30 mm, die Männchen von 5—15 mm.

Sirex gigas variiert etwas weniger. Nach Chrystal erreicht *S. gigas* eine Größe von 18, 24 bis 35, 36, 38 mm.

Sir. (Paururus) cyaneus-Männchen variieren von 10 bis 18, 20 mm, die Weibchen von 10—24 mm.

Ob ein erwachsenes Insekt Nahrung zu sich nimmt, bleibt noch unaufgeklärt.

Hartig zitiert einen älteren Autor (Jordans), welcher gesehen haben will, daß eine jagende Holzwespe eine Nonne (*Lymantria monacha*) ergriff.

Bechstein (3) hält Holzwespen ebenfalls für Räuber, die sich von kleinen Insekten, z. B Fliegen nähren. Thiersch erwähnt eine gemischte Nahrung, sowohl Harztröpfchen als auch kleine Insekten. Hartig und Chrystal bezweifeln aber die angeführten Angaben, indem sie annehmen, daß Holzwespen keine Räuber sind. Wir haben den Bau der schwach entwickelten Freßwerkzeuge der Holzwespe untersucht und kamen zu gleichem Schluß. Enslin (15) unterstreicht ebenfalls, daß die Mund-

werkzeuge der Siriciden stark reduziert seien. Verhältnismäßig gut entwickelt sind die Mandibeln. Von der ersten Maxille ist nur ein eingliederiger *Palpus maxillaris* übrig geblieben, der von langen Härchen besetzt ist; die übrigen Teile sind schwach entwickelt. Ebenfalls in ein behaartes pinselförmiges Organ sind Zunge und *palpus labialis* verwandelt. Aus dem Bau dieser Organe können wir schließen, daß die Siriciden Pflanzensäfte ablecken.

Die Härchen sind als Riech- und Tastorgane zu bezeichnen. Ihr größter Teil dient schließlich ebenfalls dem Ablecken der Nahrung, falls eine solche genommen wird. Im Sommer 1930 versuchten wir *Sirex gigas* und *Paururus juvencus* zu füttern; paarmal erhielten sie Harze verschiedener Konsistenz, Zucker und Zuckerwasser. Kein einziges Mal wurde selbst ein Versuch zur Nahrungsaufnahme beobachtet. Danach wurde ihnen Zuckerwasser in aparten Tröpfchen auf die Antennen gestrichen. Die Antenne wurde in allen Fällen sofort durch die Vorderbeine zu den Kiefern herabgebogen und zwischen den letzteren zur Reinigung durchgezogen; aber die Zuckertröpfchen wurden, obwohl sie nun an den Mundrand gelangten, nicht kleiner, d. h. vom Insekt nicht aufgesogen und für gewöhnlich entweder durch die Vordertarsen, oder beim Herumkriechen, nach einigen Stunden abgestreift. Es ist selbstverständlich, daß die Frage somit nicht endgültig aufgeklärt ist, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Holzwespen im Imagostadium überhaupt keine Nahrung zu sich nehmen.

Abhängigkeit des Bohrens von äußeren Bedingungen.

Hartig weist darauf, daß *Paururus juvencus*-Weibchen nach Sonnenuntergang fliegen, d. h. ihre maximale Aktivität auf den Abend fällt. Scheidter beobachtete dasselbe hinsichtlich *S. augur* und *S. noctilio*. Nach Chrystals Beobachtungen legt *S. gigas* ihre Eier mit Vorliebe in der Mitte des Tages ab, und *S. cyaneus* (*Paururus*) angefangen von 10 Uhr morgens und bis „Anfang des Abends" (d. h. wahrscheinlich bis gegen 4—5 Uhr), oft ohne Unterbrechung. Unsere Beobachtungen werden unten graphisch angeführt (s. Kurve, Abb. 1.) Aus ihnen ersieht man, daß *S. gigas* wirklich die Tagesstunden für Stiche und Eiablage bevorzugt. Die Mehrzahl von Stichen fällt auf 2 Uhr tags (s. Kurve, Abb. 2).

Für *Paururus* haben wir keine genügende Anzahl von Beobachtungen, wovon die rein zufälligen Senkungen der Kurve abhängen. Bei einer größeren Anzahl vermerkter Stiche würde sich die Kurve wahrscheinlich ausgeglichen haben (in ihrem Teile für 5—6 Uhr abends) Im allgemeinen aber sieht man, daß die Kurve länger ist; es wurden sogar Eiablagen von 3 Uhr nachts beobachtet. *Xeris spectrum* wählt mit Vorliebe dieselbe Zeit, wie *Sirex gigas*, wenn man die Senkungen der Kurve (s. Abb. 3) nicht beachtet (s. oben *Paururus*). Die von uns behandelte Frage steht

in direktem Zusammenhange mit der Lichteinwirkung (Belichtungsstärke) auf die Energie der Weibchen während der Eiablage.

Abb. 1.

Abb. 2.

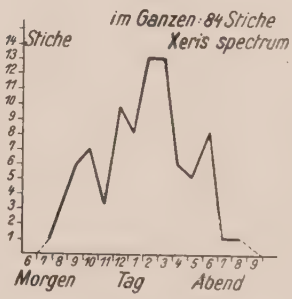


Abb. 3.

Die Kurven zeigen die Anzahl der ausgeführten Stiche für verschiedene Stunden des Tages.

Fraglos steigern Licht und Wärme die Legetätigkeit der Holzwespen, obgleich nach unseren Beobachtungen und laut literarischen Angaben die Eiablage auch bei Regenwetter stattfinden kann (s. Kurve, Abb. 4).

Die Mehrzahl der Autoren ist darin einig, daß die Eier in trockene, abgestorbene oder geschwächte Bäume gelegt werden (Bechstein, Chrystal, Klug, Nitsche). Brauns (6) bemerkt in bezug auf *S. fuscicornis*, daß in abgestorbenen, aber noch stehenden Stämmen die Entwicklung 3 Wochen früher zu Ende ist, als in vor einem Jahr gefällten Bäumen. In diesem Falle schlüpfen die Weibchen später aus, als die Männchen. Nitsche, obgleich er einzelne Fälle physiologischer Schädigung durch Siriciden erwähnt, hält eine solche für nicht genügend bestätigt. Ein technischer Schaden ist daher fraglos (s. unten). Bei unseren Versuchen wählten *Paururus* und *Sirex* mit Vorliebe die in ihrem Unterteil angebrannte Fichte, und legten fast gar keine Eier in die nebenan stehende Fichte ab, bei welcher der Gipfel entfernt war. Wahrscheinlich hat die letztere eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Feinde noch nicht verloren.

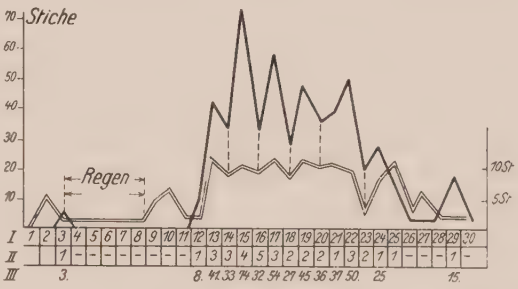


Abb. 4. Die doppelte Kurve zeigt die Zahl der Sonnenstunden vom 1. August bis zum 30. August (erste Reihe unten). Die schwarze Kurve zeigt die Anzahl der an diesem Tage vollführten Stiche (die Ziffern sind in der 3. Reihe unten angeführt). Aus der 2. Reihe ersieht man die Anzahl der sich beteiligten Insekten.

Wie die Holzwespen die Stiche ausführen, ist schon oftmals in der Literatur beschrieben worden. Während des Stechens gelang es uns nicht, jene „kurzen stoßartigen Körperbewegungen", von welchen Rudow (28) spricht, zu beobachten. Die Wespe stellt sich, nachdem der Platz für den Stich gewählt ist, auf hoch gestemmte und weit gespreizte hintere und mittlere Beine. Indem der Bohrstachel die beiden Hälften der Scheide auseinander schiebt, stellt er sich vertikal (senkrecht zur Körperachse), wonach das Insekt zu bohren beginnt. Die Tiefe des Bohrloches ist verschieden. Nicht immer tritt der ganze Bohrstachel ins Holz hinein, wie das wahrscheinlich bei *Xeris spectrum* und oft bei *Sirex gigas* der Fall ist. *Paururus juvencus* macht oft Stiche (mit abgelegten Eiern), die nicht tiefer als 8 mm sind, so daß bei einer 6 mm starken Rindenschicht auf das Bohrloch im Holze 2—3 mm zukommen. Wir müssen bemerken, daß unsere Beobachtung sich auf ein verhältnismäßig großes Weibchen bezieht, dessen Legeröhre also ziemlich lang war. Wie bekannt, ziehen die

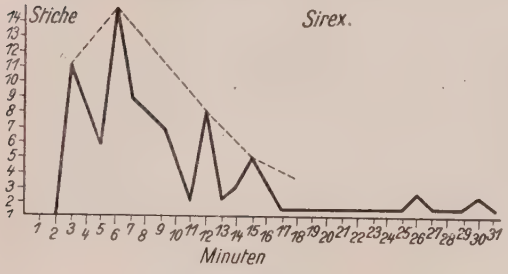


Abb. 5.

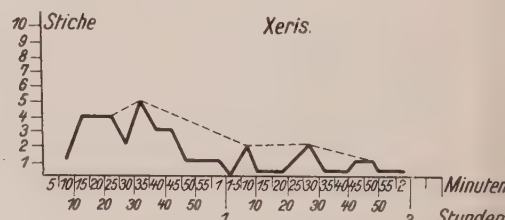


Abb. 6.

Abb. 5 und Abb. 6 geben die Kurven für die Dauer der Stiche des *Sirex gigas* und des *Xeris spectrum* an. Punktiert ist die ideale Kurve angegeben.

Holzwespen oft nach vollführter Bohrung die Legeröhre, ohne Eier abgelegt zu haben, aus dem Bohrloch heraus. Solche „fruchtlose" Stiche kann man nach der kurzen Dauer des Stichprozesses unterscheiden. Wir haben uns ebenfalls die Frage der Dauer des Bohrens gestellt. Die Leistung (Arbeit) der Siriciden wurde chronometriert und wir erhielten so die unten angeführten Angaben. Leider verfügen wir über solche bloß in bezug auf *Sirex* und *Xeris*. *Sirex gigas*, wie aus der Kurve (s. Abb. 5) zu ersehen ist, braucht für die Mehrzahl der Stiche verhältnismäßig wenig Zeit, 3 bis 5 Minuten. Paarmal wurden ungewöhnlich langdauernde Stiche beobachtet, welche 26—30 Minuten dauerten. Chrystal beobachtete ebenfalls bei *S. cyaneus* Stiche, welche von 30 Minuten bis zu 1 Stunde dauerten (er bezeichnet dieselben als „ungewöhnlich", Abb. 5 u. 6).

Unsere Beobachtungen an *Xeris spectrum* gaben für einzelne Fälle eine Dauer von 1 Stunde 10 Minuten, 1 Stunde 30 Minuten, 1 Stunde 45 Minuten, 1 Stunde 50 Minuten (s. Kurve, Abb. 6). Die meisten *Xeris*-Stiche dauern nicht länger als 35 Minuten. Es ist möglich, daß die Dauer

eines Stiches in direktem Zusammenhang mit der Menge der in dieser Zeit abgelegten Eier steht. Manchmal kann das Weibchen lange ihren Stachel aus dem Bohrloche nicht herausziehen, doch sind in solchen Fällen ihre diesbezüglichen Bemühungen wohl bemerkbar. Bei *Sirex gigas* schwankt die Anzahl der bei jedem Stiche abgelegten Eier von 1—8, im Durchschnitt 4—5 Eier. Die Angaben Enslins (15) und Judeich und Nitsches (l. c.), welche von einer Ablage nur eines Eies bei jedem Stiche sprechen, können somit nicht bestätigt werden. Bei *Paururus juvencus* ist es oft der Fall, doch kann man auch bei ihm oft, wie schon darauf hingewiesen wurde, ein System multipler Larvengänge auffinden, die von einem gemeinsamen Stiche ausgehen. Auf den Abbildungen der Stiche, welche Chrystal anführt, sehen wir ebenfalls mehrere Larven bei nur einem Bohrstich von *Sirex cyaneus*.

Wieviel Stiche kann ein Weibchen ausführen? Dank verschiedenfarbigen Merkzeichen, die mit einer Ölfarbe am Thorax der Insekten aufgetragen waren, konnten wir einzelne Weibchen, die auf die Versuchsbäume zuflogen, unterscheiden. Es gelang uns, einige von ihnen im Laufe einer Reihe von Tagen zu beobachten (ein Weibchen vom 18. August bis zum 25. August, d. h. 7 Tage lang). Die Weibchen von *S. gigas* machen 2—170 Stiche. Die letzte Ziffer bezieht sich auf das Weibchen, welches, wie gesagt, 7 Tage arbeitete. Wenn wir vom Mittelwert der Anzahl der Stiche ausgehen (85—86), so erhalten wir diesen Wert, wenn wir diese Zahlen mit der Anzahl der bei jedem Stiche abgelegten Eier (4) multiplizieren und so erhalten wir ungefähr die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier und zwar 350 (genauer 344). Wenn wir sogar annehmen, daß auf jeden Stich bloß 3 Eier zukommen, erhalten wir für ein Weibchen 258 Eier. Somit übertrifft nach unseren Angaben die Nachkommenschaft eines Weibchens bedeutend die von Enslin (l. c.) aufgestellte Ziffer. Nach seinen Worten legen die Holzwespen nicht weniger als 30 und nicht mehr als 250 Eier. Unser Mittelwert übertrifft somit das in seiner Arbeit erwähnte Maximum. Gewiß geht ein Teil der abgelegten Eier späterhin zugrunde. In bezug auf *Paururus juvencus*, welcher öfter bloß ein oder zwei Eier bei einem Stiche ablegt, muß ihre Gesamtzahl etwas vermindert werden. Wir müssen bemerken, daß zu kurze Stiche, bei denen augenblicklich keine Eiablage erfolgte, bei unseren Ausführungen ausgeschlossen wurden. Die Legeröhre erreicht in vielen Fällen oft die nötige Tiefe, aber dessenungeachtet wird kein Ei abgelegt und der Stachel wird wieder herausgezogen. Solche Stiche wurden beim Chronometrieren der Leistungsdauer der Holzwespen sofort vermerkt (s. oben und auch die Kurven).

Die Mechanik des Stiches.

Der Bohrstachel besteht aus einem dorsalen Teil, welcher die Gonapophysen des IX. Segments darstellt, rinnenförmig und vorne geöffnet ist

(oder nach unten, wenn er sich in der Scheide befindet) und zwei ventralen Borsten, Gonapophysen des VIII. Segmentes, welche den Rändern des dorsalen Teiles so anliegen, daß ihre Rinne vorne geschlossen wird und eine Röhre bildet. Nach Chrystal (Abb. 7) befinden sich an den ventralen Borsten ihrer ganzen Länge nach Einschnitte, in welche die Ränder des dorsalen Teiles eingreifen. Enslin erwähnt die Bewegungen der Ventralborsten nach oben und nach unten, während des Bohrens. Diese Bewegung ist leicht zu beobachten, falls man den Bohrstachel mit einem schmalen Ring von einer Ölfarbe umgibt. Nach unseren Befunden sind die Bohrstacheln der Gattungen *Sirex*, *Paururus*, *Xeris* und *Tremex* nach einem Schema gebaut. Die von Chrystal angeführte Abbildung des Bohrstachels bei *S. cyaneus* unterscheidet sich etwas von unseren, steht aber in keinem Widerspruch zu den unten angeführten Angaben (s. Abb. 8).

Abb. 7. Querschnitt durch den Bohrstachel von *S. cyaneus* (nach Chrystal).

a) Der Bau des dorsalen Teiles (pars dorsalis) von außen. — Dieser Teil besteht aus zwei längs ihrer dorsalen Naht verwachsenen Hälften und stellt in seiner ganzen Länge einen Halbzylinder dar, der an seinem

8 9 10 11

Abb. 8—11. Bohrstacheln verschiedener Siriciden. 8 *Tremex*, 9 *Xeris*, 10 *Sirex gigas*, 11 *Sirex cyaneus*. (Abb. 8—10 Original, Abb. 11 nach Chrystal).

Ende in einen halbierten Kegel ausläuft. Auf dieser Fläche sehen wir schräg aufgelegte Vorsprünge. Diese Vorsprünge werden zum Ende des Bohrstachels zahlreicher. Ein Teil von ihnen geht in ebensolche Vorsprünge an den Ventralborsten (spiculae ventrales) über. Diese Vorsprünge sind am Ende des Bohrstachels senkrecht zu dessen Längsachse gelagert. Proximalwärts wird dieser Winkel schärfer und die Vorsprünge liegen

schräger. Dieser Winkel (vom Vorsprung und der Längsachse des Bohrstachels gebildet) wird bis 45° angenommen, nicht mehr schärfer, und die höher gelegenen Vorsprünge sind ihm parallel.

b) Der Bau des ventralen Teiles oder der Ventralborsten (spiculae ventrales) ist etwas komplizierter. Dieses paarige Organ bewegt sich, wie schon erwähnt, nach oben und unten, die linke und rechte Borste augenscheinlich gleichzeitig. Das Ende der Borsten, die der Mitte der Ventralseite eng anliegen, stellt gleichzeitig Säge und Schaufeln dar, da die proximalen Ränder der Zähne horizontal sind und zum Entfernen des beim Bohren gebildeten Sägemehls dienen (s. die Abbildung der Borstacheln von *Sirex*, *Xeris* u. a. 8—11). Im ganzen sind zwei bis drei solcher Zähne (Abb. 12 „B“) bei verschiedenen Holzwespen vorhanden.

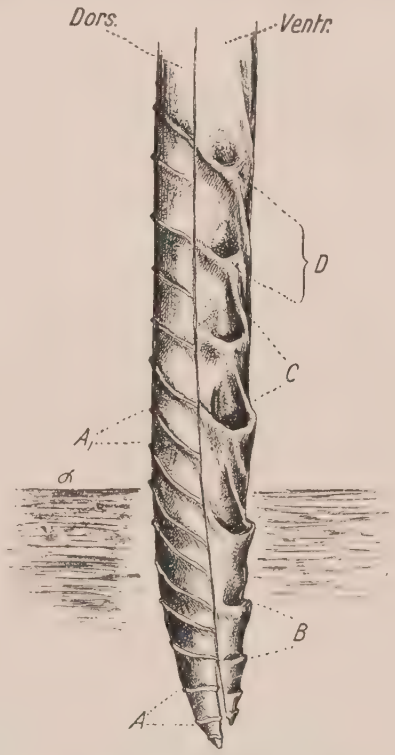


Abb. 12. Der Bohrstachel von *Paururus juvencus* L. ins Holz eindringend. Erklärungen im Text.

Proximalwärts treten die Zähne weniger hervor, indem sie allmählich in ebensolche Vorsprünge übergehen, wie die am Dorsalteile. Da, wo sie an denselben herantreten, schließen sie sich bei der Grenze des dorsalen und ventralen Teiles an ebensolche Vorsprünge des dorsalen Teiles an; sie erscheinen als deren Fortsetzung und stehen unter dem gleichen Winkel zur Längsachse des Organs (Abb. 12 „A“—„D“). Daselbst bei der Naht (zwischen dem Dorsal- und Ventralteil) direkt über jedem Vorsprunge befinden sich übereinander eckige und fast konturlose, konvexe Ausbeulungen, chitinöse Mehlempfänger, welche ebenfalls dem Entfernen des Bohrmehls dienen (Abb. 12 „C“). Wie geht nun das Entfernen des Bohrmehls von den Schaufeln „B“ nach außen vor sich? Wenn der Stachel erst nur begonnen hat sich einzubohren, wird der ins Holz getretene Ventralteil (beide Ventralborsten) schnell herausgezogen und die in „B“ angesammelten Späne werden ausgeschüttet. Oft wird solch ein mehrmaliges Herausziehen des Stachels beobachtet. Wenn aber der Stachel ungefähr bis „D“ ins Holz eingedrungen ist (s. das Schema), können die Späne nicht so einfach herausgeschüttet werden, weil dazu ein Heben des Ventralteiles bis „D“ und sogar höher notwendig wäre, und der obere Teil (Basis des Bohrstachels) müßte auf die gleiche Länge in den Leib treten.

Deswegen scheint es uns nicht unbegründet anzunehmen, daß die Späne auf die Vorsprünge „A“ (man erinnere sich, daß die tiefer gelegenen Vorsprünge horizontal sind) geschüttet werden. Es genügt dazu, daß die Ventralborsten etwas über die Vorsprünge „A“ gehoben werden (Abb. 13, Position II). Alle diese Bewegungen gehen in einem engen Kanal vor sich, der von dem Stachel gebohrt ist und sie von allen Seiten eng umschließt, wodurch auch ein Gelangen der Späne auf die betreffenden Vorsprünge erklärt wird. Gleichzeitig senkt sich der Dorsalteil nach unten, indem er die von den Borsten gebildete Öffnung erweitert. Danach senkt sich wieder der Ventralteil; dessen Ende bohrt im Holz in derselben Richtung weiter, indem es ebenso das Bohrmehl auf „B“ sammelt, wie es oben beschrieben.

Das früher aufgenommene Bohrmehl, das auf den Vorsprüngen „A“ und teilweise auf „A_1“ lag, wird (beim Senken des Ventralteiles) in die

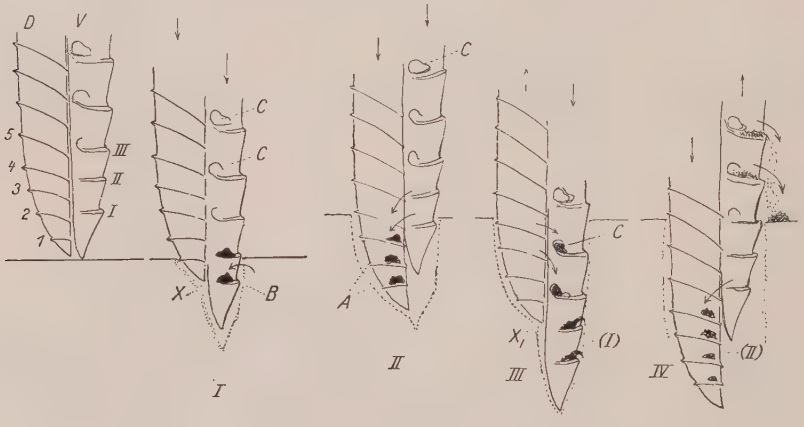


Abb. 13. Die Mechanik des Bohrens.
D = Dors. Teil, V = die Ventralchaeten, C = dio „Bohrmehlempfänger“, (I) u. (II) wiederholen die Position I u. II.

Vertiefungen „C“ (Position III) abgeschüttet. Diese Vertiefungen können als „Behälter der Späne“ [1]) bezeichnet werden. Bei folgendem Senken des Dorsalteiles und gleichzeitigem Heben des Ventralteiles fallen die Späne aus diesen Behältern längs den Vorsprüngen „D“ nach außen. Die Wahrscheinlichkeit dieses Prozesses wird durch folgende Tatsachen bekräftigt: 1. Durch den Bau des Stachels der Genera *Sirex, Paururus*, *Xeris* und *Tremex* (s. Abb. 8—12). Sie sind wie nach einem Schema gebaut. Abweichungen sind unbedeutend. 2. Die oft beobachtete abwechselnde auf- und abwärtsgleitende Bewegung der dorsalen und ventralen Teile (Enslin und unsere Beobachtungen). Die Zeichnung eines Bohrstachels von *Sirex cyaneus*, welche von Chrystal gegeben ist, unterscheidet sich etwas von unseren in den Formen der Vorsprünge „A“ „A_1“ und „B“,

[1]) oder auch „Bohrmehlempfänger“.

widerspricht aber keinesfalls unseren Ausführungen. Die beim selben Autor angeführte Zeichnung eines Querschnittes des Bohrstachels, welche wir hier wiedergeben (Abb. 7), scheint die Möglichkeit der Bewegung der Ventralborsten zu bestätigen.

Schließlich wird diese unsere Erklärung des Bohrganges noch durch das Aussehen des um das Bohrloch angehäuften Bohrmehls unterstützt, welches deutlich zu erkennen ist, falls die Wespe in glattem Holz, Brettern u. dgl. gebohrt hat. Jedenfalls aber muß man nicht vergessen, daß wir keinen direkten Beweis des beschriebenen Prozesses erhalten haben. Eine faktische Kontrolle des Vorganges ist schon dadurch erschwert, daß während der Arbeit das Ende des Bohrstachels tief ins Holz versenkt ist, wo alle Vorgänge, von denen die Rede gewesen ist, stattfinden. Wenn der durch den Stachel durchbohrte Kanal eine gewisse Tiefe erreicht hat und von dem Bohrmehl gereinigt ist, wird auf dessen Boden das erste Ei abgelegt.

Die Eiablage.

Allmählich wird der Stachel mit mehreren periodischen Anhalten herausgezogen. „Nach der Lage der Eier im Kanal (eines über dem andern) kann man schließen, daß die nächsten (höhergelegenen, M. A.) Eier während solchen Pausen gelegt werden. Diese Pausen, während des Herausziehens sind nicht mit den Vorgängen zu verwechseln, welche während des Bohrens des noch nicht fertigen Kanals beobachtet werden" (Chrystal). Solche Pausen haben wir oft beobachtet. Ein Weibchen von *Paururus juvencus* machte vier solcher Pausen, wonach erst der Bohrstachel vollständig aus dem Holze gezogen wurde.

„Wenn man den Bohrstachel während des Ablegens untersucht, so erweist sich, daß dessen Hohlraum (zwischen den Ventralborsten und dem Dorsalteil M. A.) (siehe A in Abb. 7) voll von Eiern ist, die nach unten geschoben werden. Der Durchmesser dieses Hohlraumes beträgt 0,27 mm, der größte Durchmesser des Eies 0,36 mm, also um 0,09 mm breiter als der Hohlraum. Augenscheinlich wird das Ei im Stachel etwas verengt, da außerdem der Hohlraum, in dem es gleitet, nicht zylindrisch ist. Das war an den Eiern zu bemerken, welche dem Stachel entnommen waren. Außerdem werden die Eier noch während ihres Gleitens im Stachel von einer das Gleiten erleichternden Flüssigkeit umgeben" (Chrystal, l. c.) und ferner: „Es ist in allen Fällen bewiesen, daß die Eier während ihres Gleitens in der Röhre von einer besonderen weißen Hülle bekleidet sind, welche gleichfalls den Stachel von innen auskleidet. Diese Hülle ist vom Ei schwer zu lösen. Beim Mikroskopieren erwies sie sich als aus gleichartigen Plättchen bestehend, die an Kristallkörper erinnern." Auf schon abgelegten Eiern fand der Autor keine Spur dieser Hülle, weswegen er auch annimmt, daß sie ein Produkt der Nebendrüsen des Genitalapparates ist. Daß solche Drüsen (bei *Sirex gigas*) vorhanden sind, gibt schon Burmeister (Handb. der Ent. S. 190 pl. XXVII, fig. 10) an, indem er sie

als Gummidrüsen bezeichnet. Diese Drüsen enthalten nach seinen Angaben eine weiche, klebrige Flüssigkeit, welche das Ei umgibt und es am Substrat festheftet. Über Bau und Beschaffenheit dieser Hülle sagt Burmeister nichts (zitiert nach Chrystal). Eine das Ei während des Gleitens in der Legeröhre umgebende Flüssigkeit wird ebenfalls von Buchner (8) erwähnt. Er fand (bei allen Siriciden) interessante birnförmige Drüsen, welche ihren Inhalt in den Hohlraum des Bohrstachels ausspritzen. Der Inhalt der birnförmigen Drüsen wurde untersucht, wobei es sich erwies, daß sie von Sporen eines Pilzes (Basidiomycetes) angefüllt waren. Der Autor behauptet, daß einzelne Tropfen dieser sporenenthaltenden Flüssigkeit in den gebohrten Kanal entleert werden, indem sie mit den Eiern alternieren. Der Pilz entwickelt sich, und die Larve nährt sich von der Zellulose, die durch das Myzelium des Pilzes chemisch zerlegt, an Eiweißstoffen bereichert und also leichter assimiliert wird.

Buchner fand somit eine Symbiose der Basidiomycetes mit Holzwespen und auch mit einigen im Holze lebenden Käferlarven *(Elateroides dermestoides)*; bei den Weibchen der letzteren fand er analoge Drüsen (Spritzen). Ob wir es hier wirklich mit einem Pilz-Symbionten zu tun haben, und in welchem Maße die Ernährung der Holzwespenlarven von der Entwicklung dieses Pilzes abhängt, ist eine Frage, welche noch einer eingehenden Kontrolle bedarf.

Die Larve.

Die morphologischen Unterschiede der Larven von *Paururus*, *Xeris*, *Sirex* und *Tremex* sind bis jetzt noch unbekannt (Yuasa, 34). Bischoff (4) führt Merkmale an, welche die Larven der *Xyphidriinae* von denjenigen der *Siricinae* unterscheiden: das Stigma des Mesothorax (d. h. das zweite) ist bei *Cephini* und *Siricini* ziemlich deutlich zu sehen, während es bei *Xyphidriinae* reduziert ist. Dieses Merkmal scheint nicht zuverlässig zu sein, da es innerhalb dieser Gruppen schwankt (s. die Abb. bei Yuasa, welche mit dieser Angabe nicht übereinstimmen).

Nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei gelangt die Larve in den Bohrkanal, wo nach Chrystal die erste Häutung stattfindet. Von hier frißt sich die Larve tiefer ins Holz hinein, anfänglich längs der Faser nach oben oder nach unten. Möglicherweise häutet sie sich bald darauf hierselbst zum zweitenmal. Chrystal z. B. beschreibt für *S. cyaneus* 3 bis 4 Häutungen ganz am Anfange des Larvenganges, wobei die Exuvien 1—8 mm voneinander entfernt lagen. Nach einiger Zeit legt sich die Larve einen Weg unter einem Winkel zur Faserrichtung, in die Tiefe des Stammes durch, was bei allen Siricidenlarven immer beobachtet wird. Eingehendere Beschreibungen der Beschädigungen, welche für die Larven einzelner Vertreter dieser Gruppe charakteristisch wären, sind nicht bekannt. Bis jetzt scheinen keine Unterschiede in dieser Beziehung zu sein, so schreibt Rudow (28): „Der Gang ist mit Bohrmehl verstopft ... führt

in die Tiefe und ist verschieden gebogen ... tritt nachher zur Mitte des Stammes, aber vor einem Abweichen kehrt er zur Oberfläche und endigt einige Zentimeter von der Rinde.“ [1]) Bei Chrystal finden wir (es handelt sich um *S. cyaneus*, d. h. *Paururus*): „Gewöhnlich biegt sich der Larvengang ringförmig um, bis er zu einer gewissen Tiefe gelangt, damit sich die Larve unweit der Oberfläche verpuppen kann. Variationen der Gangformen sind leicht möglich.“ Ähnliche Beschreibungen der Gänge finden wir bei Fabre (16), Brauns (6) und anderen Autoren, welche den Schaden und die Biologie der Holzwespen beschreiben.

Laut unseren ziemlich zahlreichen Probestücken von Beschädigungen (ca. 470 Stück) von *P. juvencus*, können wir behaupten, daß die oben gegebene Beschreibung in keiner Weise zum letzteren paßt.

Die Larvengänge von *Paururus juvencus* L. (Abb. 14, 15, 16.)

Nachdem die Larve sich zur Mitte des Stammes gerichtet (von Punkt „B“ aus), erweitert sich ihr Gang noch einige Zeit im Durchmesser. Ungefähr 5—8 cm vom Anfang des Ganges entfernt häutet sich die Larve

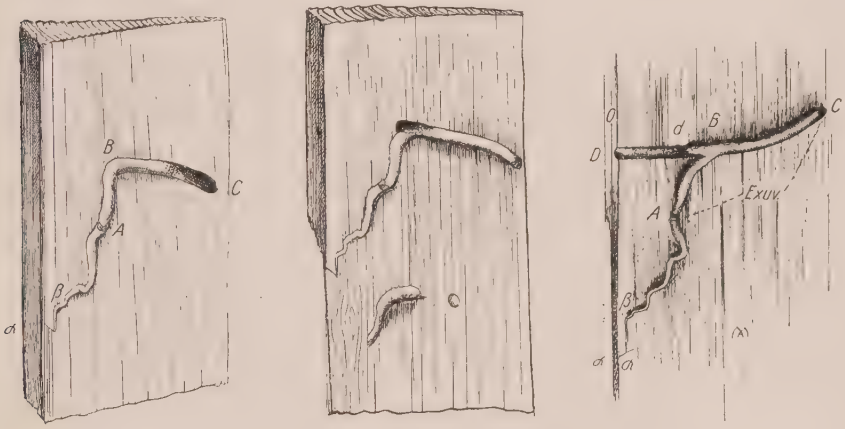


Abb. 14—16. Die Larvengänge von *Paururus juvencus* L.
in Abb. 14 ist die Larve im Punkte „C“, bevor sich umzukehren — gestorben,
in Abb. 15 fanden wir die Reste der Larve in „B“. Sie hat die Strecke C B zurückgelegt,
in Abb. 16 vollendeter Larvengang mit Flugloch „D“ s. Text.

immer, wonach sie sich auf einmal direkt zum Zentrum des Stammes richtet, so daß sie jetzt die Fasern in Querrichtung durchnagt (von „B“). Die Richtung des Ganges ist nicht immer horizontal; er kann in diesem Teile etwas nach oben oder unten gebogen sein. Von der Biegung an ist die Vergrößerung des Durchmessers desselben nicht mehr zu sehen. Der Gang bricht plötzlich ab. An seinem abgerundeten Ende ist ein Exuvium zu sehen („C“). Der Gang ist bis zu seinem Ende mit Bohrmehl stark

[1]) Die Beschreibung bezieht sich auf *S. gigas*, jedoch erwähnt der Verfasser später, daß bei *P. juvencus* die Biologie ganz ähnlich ausfällt.

verstopft (s. Abb. 14, 15, 16), wohin konnte nun die Larve gelangen? Von dem Ort angefangen, wo der Gang in die Tiefe des Stammes (senkrecht zu den Fasern) führt, sehen wir seinen Fortlauf von demselben Durchmesser in einer anderen Richtung gelegen und mit dem freien Ende mit der Oberfläche des Stammes — dem Flugloch — verbunden („D"). Als wir danach Beispiele unbeendeter Beschädigungen mit zu verschiedenen Momenten abgestorbenen Larven gefunden hatten (Abb. 14, 15), gelang es uns die Entstehung dieser auf den ersten Blick ungewöhnlicher Gänge zu rekonstruieren. Die Larve, die sich senkrecht zu den Fasern durchgenagt, hält plötzlich an. Das geschieht dann, wenn sie schon zur Verpuppung bereit ist. Jetzt häutet sie sich und kehrt sich um. Nach der Lage des Exuviums konnte man feststellen, daß die Häutung *nach* dem Umkehren vor sich geht. Nie fanden wir ein Exuvium, dessen Schwanzstachel nach vorwärts gerichtet war. Es ist möglich, daß die Häutung und das Umwenden der Larve gleichzeitig vor sich gehen, und daß die Larve sich dann von der alten Haut endgültig befreit, wenn sie sich schon umgewendet hat. Wahrscheinlich hilft der Häutungsprozeß, der von einem Feuchtwerden des Körpers (durch das Sekret der Häutungsdrüsen) begleitet wird, mechanisch dem Umwenden der Larve. Die Larve wendet sich im engen Raume, den ihr Körper einnahm, und der folglich nicht vom Bohrmehl angefüllt war, um. Wir fanden nie eine Erweiterung des normalen Ganges an dieser Stelle. Es ist interessant zu bemerken, daß in sehr engen Gängen, die nach demselben Prinzip gebaut sind und deren Durchmesser 4—5 cm nicht übersteigt, an der Stelle des Umwendens der Gang ziemlich oft erweitert ist und ein flaschenförmiges Aussehen erhält (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. V). Jetzt liegt die Larve mit dem Kopfe rückwärts gerichtet vor dem Bohrmehl, welches schon einmal durch den Darm durchgelassen worden ist und den zurückgelegten Weg fest ausfüllt. Sie beginnt zum zweiten Male das Bohrmehl zu verschlucken und durch den Darm durchzulassen und bewegt sich auf diese Weise vorwärts. Das Bohrmehl bildet wie vorher, eine feste Masse hinter ihr, das abgestreifte Exuvium wird zur Wandung des blinden Endes des Ganges gepreßt (Abb. 16 „C"). Jetzt macht die Larve ihren früheren Weg, aber in umgekehrter Richtung. Es erweist sich, daß der Gang sich doch bis zu dieser Zeit etwas im Durchmesser bis zu Punkt „C" (Abb. 16) erweitert. Aber während des Rückweges der Larve wird der Unterschied des Durchmessers wieder ausgeglichen (da sie nach der Häutung breiter wurde), und der Gang erscheint von „C" bis „B" gleichmäßig breit. Bis „B" gelangt, setzt die Larve die eingehaltene Richtung fort, und nähert sich der Oberfläche des Stammes, wo sie sich verpuppt. Das letzte Exuvium fanden wir direkt hinter Punkt „D". Der Kopf der Puppe ist nach vorne gerichtet und befindet sich oft ca. 2 cm und weniger, von der Rinde entfernt. Doch gibt es auch Abweichungen — falls die Larve sich bedeutend tiefer verpuppt. In von uns eingehend untersuchten 50 Gängen, fand das nur

zweimal statt, wobei beide Insekten nicht imstande waren, solch einen Weg zu machen und abgestorben sind.[1]) Gänge von so einer Form fanden wir in unserem Material öfters. Von obenerwähnten 50 Gängen waren 41 nach diesem Typus gebaut. Nur 9 besaßen die gewöhnliche schlingenförmige bis jetzt für die Holzwespen beschriebene Form. Auf die nächsten untersuchten 25 „rücklaufenden" Gänge, fielen 6 ringförmige zu. Bald konnten wir uns überzeugen, daß wir es in allen Fällen mit dem gleichen Insekt zu tun hatten. Wie schon erwähnt, fanden wir einmal mehrere einem gemeinsamen Punkte entspringende Gänge (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. I, II u. VI). Zwei davon gehörten dem rücklaufenden und einer dem schlingenförmigen Typus an. Dann fanden wir in einem der schlingenförmigen Gänge (ihre Form ist auf der Tafel der Gänge, VII—X wiedergegeben), einen gut

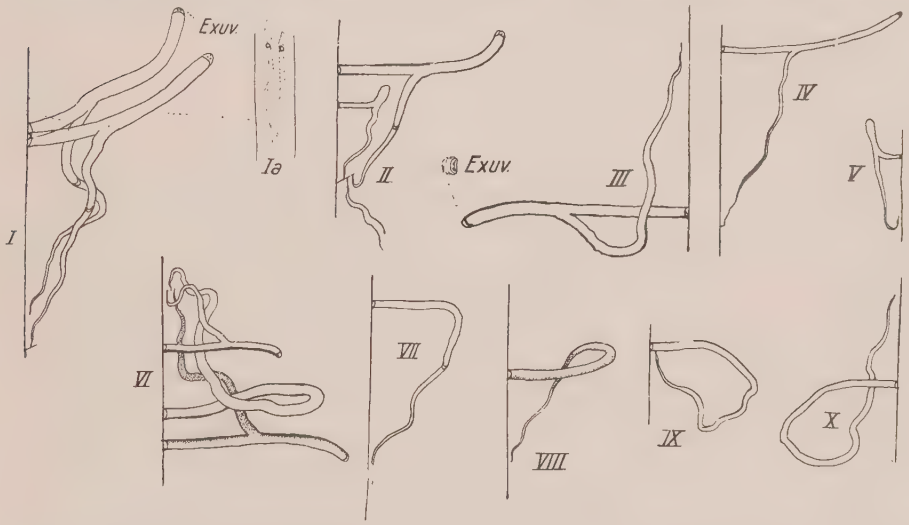


Abb. 17. Verschiedenartige Larvengänge der Holzwespe *Paururus juvencus*. Alle Gänge der „rücklaufenden" Form — sind genau in vertikaler Fläche genagt, (Fig. I, II, III, IV, V) so daß beim einspalten des Holzes längs den Fasern — der ganze Gang sichtbar wird. Von den „schlingenförmigen" Gängen liegen die meisten in verschiedenen Flächen (VII, VIII, IX, und X).

erhaltenen *Paururus juvencus* ♂, und in den rücklaufenden — ein Weibchen derselben Art. Jetzt fragt es sich, ob wir in den rücklaufenden Gängen nur zufällig immer Weibchen fanden (wir hatten 4 solche Fälle), oder ob wir es hier mit einem biologischen geschlechtlichen Dimorphismus zu tun haben.[2]) Der Umstand, daß die schlingenförmigen Gänge seltener angetroffen worden, bekräftigt unsere Voraussetzung, da bei den Siriciden die Weibchen, wie bekannt, quantitativ stark prävalieren. Laut unserem Material verhält sich die Anzahl der schlingenförmigen Gänge zu derjenigen der

[1]) Dem einen blieben noch 4 cm nach.

[2]) Es kann sein, daß eben während des Rückganges der Larve — die Letztere, aus dem — schon einmal verdautem — Bohrmehl, die, zu dieser Zeit gereiften Sporen der Basidiomyceten sammelt, die Buchner in den „Spritzdrüsen" der erwachsenen Weibchen fand.

rücklaufenden wie 2 : 10. Man könnte meinen, daß die Larven von *Paururus juvencus*, unabhängig von ihrem Geschlecht, verschiedenartige Gänge nagen, und könnte vielleicht auch schlingenförmige Gänge mit abgestorbenen Weibchen finden; ein Auffinden von 4 Weibchen und 1 Männchen erlaubt noch nicht ganz bestimmte Schlußfolgerungen zu machen. Selbstverständlich verlangen unsere Voraussetzungen eine direkte Kontrolle und genaue Beobachtungen. Wir wollen noch bemerken, daß falls die Larven wirklich verschiedenartige Gänge aus anderen, uns bis jetzt unbekannten Gründen besitzen, die Gänge auch verschiedene Zwischenformen aufweisen müßten, und es wäre zwischen diesen zwei Formen von Gängen keine so scharfe Grenze vorhanden.

Der Gedanke eines möglichen Unterschiedes der Gänge verschiedener Geschlechter ist nicht neu. Chrystal fand, daß die Puppen von Männchen von *Sir. (Paururus) cyaneus* näher der Oberfläche gelegen sind als die Puppen von Weibchen.

Er erklärt das durch den Umstand, daß die Larven der Männchen sich nicht so lange nähren und nicht so tief in das Holz eindringen. N. Stark beschreibt eine analoge Erscheinung, die er bei den Bockkäfern *Saperda scalais* L., *Callidium sanguineum* L. und *Acanthocinus aedilis* L. und auch bei *Pissodes pini* L. (30) beobachtete. Sowohl Larven als auch Puppen der Weibchen wurden tiefer gelegen gefunden, als die der Männchen. Nach Ratzeburg legen die *Sirex*-Larven vor ihrer Verpuppung einen geraden Gang zur Oberfläche, kehren dann um, säubern ihn vollständig von Bohrmehl und vertiefen sich dann wieder bis zum Puppennest, wo sie sich verpuppen. Dieses Wiederentfernen der Larven in tiefer gelegene Teile ihrer Gänge entspricht nicht der Tatsache. Außerdem müßte sich die Larve in solch einem Falle zweimal wenden, da sie sonst mit dem Kopfe rückwärts gerichtet sich verpuppen würde.

Nach unseren Beobachtungen legen die Imagines nach dem Verlassen ihrer Puppenwiegen keinen Bogensektor oder keinen kreisförmigen Weg zurück, wie das Fabre (16) beschreibt.

Der Schaden.

Die größte wirtschaftliche Bedeutung hat die blaue Holzwespe, *Paururus juvencus*, da sie öfter vorkommt und die Stämme der Kiefer und Fichte dicht besiedelt. Rudow behauptet dagegen, daß *Paururus juvencus* nie in größerer Menge einen Baum besiedelt. In unserem Versuche aber war die 1928 angebrannte Fichte im Jahre 1930 von 452 *Paururus juvencus*-Larven beschädigt (Abb. 18). Augenscheinlich ziehen die Insekten geschwächtes Holz vor. Trockene oder verfaulte Stämme werden dagegen gemieden. Fälle eines Überfallens stärkerer Stämme sind wiederholt vermerkt worden (Nitsche u. a.).

Der Entwicklungszyklus des Schädlings dauert 3—4 Jahre. Chrystal führt für *S. cyaneus* folgende Tabelle an (für England):

Jahr	Monat	Stadium
1926	August, Mitte September	Eiablage
	Mitte September, Oktober	Eier. Junge Larven
	Oktober—Dezember	Larven 1—2 mm
1927	Januar—Juni	Larven, die $^1/_3$ ihrer Länge erreicht haben
	Juli—Dezember	Larven $^1/_3$—$^1/_2$ ihrer Länge
1928	Januar—Juli	Larven $^1/_2$ ihrer Länge; ausgewachsen
	Juli	Puppen
	August	Imagines

Die Mehrzahl der Autoren gibt dieselbe Dauer von 3—4 Jahren an. Dieser Umstand hat große Bedeutung, da die Larven oft fortsetzen sich in schon gebrauchtem Holze, welches von außen unbeschädigt erscheint zu entwickeln. Erwachsene Insekten erscheinen in Häusern aus Balken, Dielen, Fachwerken (Doubleday 13, Judeich und Nitsche 19). Oft nagen sie dabei verschiedene Metallbekleidungen durch (Kollar 20).

Die Länge der Gänge von *P. juvencus* ist verschieden. Hartig sagt, daß die Gänge oft 2 sogar $2^1/_2$ Fuß lang sind. Nach Chrystal haben die Larven von *S. cyaneus* Gänge von 6,8 bis 10,2 Zoll (d. h. 17—25,5 cm). Die maximale Länge der untersuchten Gänge beträgt 1 Fuß.

In unserem Material hatten wir 50 Gänge von *Paururus juvencus* gemessen (das Material konnte wegen Zeitmangels nicht vollständig ausgenutzt werden). Uns interessierte nicht die Länge des Larvenweges, sondern die Tiefe des Eindringens des Ganges in den Stamm, was praktisch von größerer Bedeutung ist.

Deswegen wurde der Abschnitt „BC“ (siehe Abb. 16) nur einmal gemessen, obgleich die Larve ihn zweimal zurücklegt. Schlingenförmige Gänge wurden sowohl in die Tiefe als auch in die Breite gemessen; d. h. es wurde die Entfernung von der Oberfläche des am tiefsten gelegenen Punktes des Ganges bestimmt. Danach wurde das Volumen der Gänge in Millimeter berechnet, für die Abschnitte „CD“ und „BA“ zuerst apart, dann wurden die Resultate addiert. Der erste Abschnitt wurde als ein Zylinder angenommen, der zweite als Kegel. Fehler, welche sich aus einer Biegung der zu berechnenden Formen ergaben, wurden nicht in Betracht gezogen.

Maximallänge „C—D“	Maximallänge „BAa“	Maximaler Durchmesser des Ganges
110 mm	180 mm	4,5 mm
Minimallänge „C—D“	Minimallänge „BAa“	Minimaler Durchmesser des Ganges
28 mm	35 mm	1,5 mm
Im Durchschnitt: 75 mm (Aus 50 Messungen)	107,5 mm	3 mm

(Bezeichnungen wie auf Abb. 18)

Abschnitt CD-Tiefe des Eindringens des rücklaufenden Ganges. Durchschnittvolumen des Ganges — 737,3 mm³.

Im ganzen verzehren 100 Larven von Holzwespen 659,15 cm³ Holz.

Die Tiefe des Eindringens der schlingenförmigen Gänge (gemessen, wie oben erwähnt), gibt einen niedrigeren Wert — er übersteigt nicht 3,7 cm. Das besagt, daß der Gang, obgleich er ziemlich lang ist, doch parallel der Stammesoberfläche und nicht weit von derselben sich befindet.

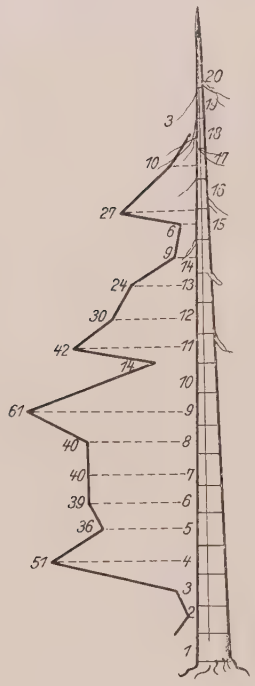


Abb. 18.
Die Besiedlung eines Fichtenstammes.

Die Beschädigungen durch *P. juvencus* umfassen den Stamm ziemlich gleichmäßig von allen Seiten[1]) und erreichen eine bedeutende Höhe, bis 18 m an unserer Fichte (Abb. 18). Durch diese zwei Faktoren wird der technische Schaden, der durch diese Insekten verursacht wird, noch verstärkt. Falls die Gänge bloß einseitig z. B. von der südlichen Seite sich befinden würden, wäre der übrige Teil des Stammes noch technisch zu gebrauchen. Tatsächlich aber können am ganzen Stamme (bis zu 18 m Höhe inkl.) Larvengänge bis zu einer Tiefe von 11 cm gehen (Abb. 19). Sogar bei weniger intensiver Besiedelung des Stammes und geringerer Durchschnittstiefe der Gänge, muß man annehmen, daß 7,5 cm des Stammes jederseits verdorben sind. Somit bleiben an einem 30 cm starken Fichtenstamm bloß 15 cm seines Durchmessers, d. h. von solch einem Stamm kann man höchstens die Hälfte zu erstklassigen unbeschädigten Brettern verarbeiten.

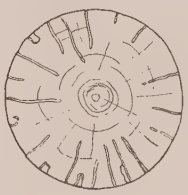


Abb. 19.
Schematischer Querschnitt durch den Stamm der beschädigten Fichte.
12 mal verkleinert.

[1]) Die Beschädigung unseres Stammes zerfiel in folgende Sektoren: nördlich — 108 Fluglöcher, südlich — 130, östlich — 91, westlich — 104.

Literatur.

1. André, Ed., Spécies des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie T. I, 1873—81.
2. Belesin, W. J., Materialien zur Kenntnis der Cynipiden. Ber. Entom. Ges. Stawropol III, 1927 (russisch).
3. Bechstein, I. M., Forstinsektologie. Gotha 1818.
4. Bischoff, H., Biologie der Hymenopteren. Berlin 1927.
5. Bodenheimer, F. S., Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné. Berlin 1929, Bd. II, S. 224—25.
6. Brauns, S., Über *Sirex fuscicornis* F. Ent. Nachricht. VII. Stettin 1881.
7. Brischke, C., u. G. Zaddach, Beobachtungen über die Arten d. Blatt- u. Holzwespen 1862—85.
8. Buchner, P., Holznahrung und Symbiose. Berlin 1928.
9. Costa, A., Prospetto degli Imenotteri Italiani Part III. (Tenthred. e Siriciden.) Napoli 1894.
10. Chrystal, R. N., The *Sirex* Wood-Wesps and their Importance in Forestry. Rg. 219—249. Bullet. of Entomol. Research Vol. XIX, p. 3. London 1928.
11. — —, and Myers, J. G., Natural Enemies of *Sirex cyaneus* F. in England and their Life-History. Bullet of Entomol. Research Vol. XIX, Part I. London 1928.
12. Dalla Torre, K. W., Catalogus Hymenopterorum Vol. I, *Tenthredinidae-Uroceridae.* Leipzig 1894.
13. Doubleday, E., Note of the larva of *Sirex gigas* L. Proc. Zool. Soc. 1849.
14. Dovnar-Zapolsky, D. P., Bestimmungstabellen der Larven der Blatt- und Holzwespen. Rostrow a. Don 1929 (russisch).
15. Enslin, E., Die Blatt- und Holzwespen. Die Insekten Mitteleuropas insbesonders Deutschlands Bd. III. Berlin 1913.
16. Fabre, J. H., Souvenirs entomologiques. Paris 1879.
17. Hartig, Th., Die Aderflügler Deutschlands Bd. I, 1837. Die Familien der Blatt- und Holzwespen nebst einer allgemeinen Einleitung zur Naturgeschichte der Hymenopteren 1860.
18. Harris, Moses, Exposition of the British Insects. London. Martins Edition 1792.
19. Judeich, J. F., und Nitsche, H., Lehrbuch der Mitteleuopäischen Forstinsektenkunde Bd. I. Wien 1895.
20. Kollar, V., Über das Insekt *Sirex juvencus*, welches den Franzosen während des Feldzuges in der Krim die Bleikugeln durchgebohrt hat usw. Sitzungsber. Zool. bot. Ber. Bd. VI. Wien 1857.
21. Konow, Fr. W., Systematische und kritische Bearbeitung der Siriciden Tribus-*Siricini.* Wien, Entomol. Zeit. XVII, 1898.

— — Fam. *Lydidae*, *Siricidae*, *Tenthredinidae.* Wytsman. Genera Insectorum 1903.

23. Kleine, R., Die Schmarotzerwespen der Cerambyciden und Buprestiden. Entom. Blätter 5. Nürnberg 1909.
24. Klug, F. R., Monographia Siricium Germaniae atque generum illis adnumeratorum. Berlin 1803.
25. Leisewitz, W., Versuch einer Zusammenstellung der Holzwespen nach ihren Wirtspflanzen. Forstl. Natur. Zeitschr. VII, 1898.
26. Linné. K., „Systema Naturae". 1858.
27. Ratzeburg, J. Th., Die Forst-Insekten oder Abbildungen und Beschreibungen usw. Dritter Teil. Berlin 1844.
28. Rudow, F., Lebensweise der Holzwespen Siriciden. Intern. Ent. Zeitschr. III. Guben 1909.

29. Silantjew, A., Verzeichnis der Gallwespen der Parkanlage des Forstinstitutes. Mitteil. Forstinst. Petersburg I, 1898 (russisch).
30. Stark, N. K., Sur la répartition dans le bois des sexes chez les larves de quelques Longicornes. Plant Protection 2—3, 1926 (russisch).
31. Taschenberg, E. H., Schlüssel zur Bestimmung unserer Blatt- und Holzwespen. Zeitschr. f. d. ges. Naturwissensch. X, 1857.
32. Wachtl, F. A., Die stahlblaue Fichten- und violette Kiefernholzwespe, *Sirex juvencus* L. u. S. noctilio Fabr. 1881.
33. Westwood, J. A, Introduction to the Modern Classification of Insects Vol. II.
34. Yuasa, Hachiro, A Classification of the Larvae of the *Tenthredinidae*. Illinoi Biol. Monographs Vol. VII, 1922.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg,
Direktor: Geheimrat Prof. Dr. F. Fülleborn.
Entomologische Abteilung, Vorsteher: Prof. Dr. E. Martini.

Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken II.[1]

Von

Otto Hecht.

Inhalt. Seite

I. Beiträge zur Frage der Überwinterung 579
II. Eiablagen von *Culex pipiens* ohne vorhergehende Blutmahlzeit 595
III. Über den Wärmesinn der *Culex pipiens*-Weibchen bei der Eiablage 596

I. Beiträge zur Frage der Überwinterung.

Unsere einheimischen Stechmücken überleben den Winter entweder als Eier (die meisten *Aëdes*-Arten), überdauern ihn als Larven *(Anopheles bifurcatus, algeriensis* und *nigripes, Theobaldia morsitans* und *fumipennis, Mansonia richiardii, Aëdes diversus* und zuweilen auch *ornatus* und ausnahmsweise *nemorosus)* oder sie überwintern als begattete Weibchen *(Anopheles maculipennis, Culex pipiens* und *Theobaldia annulata)*. Mit dieser letzten Überwinterungsart beschäftigen sich die folgenden Versuche.

A. Die Überwinterung von *Anopheles maculipennis.*

Überblickt man die Literatur über die Überwinterung von *A. maculipennis*, so erscheint als physiologisches Hauptmerkmal überwinternder *maculipennis*-Weibchen die zuerst von Sella (1920) hervorgehobene winterliche Unterbrechung des Zusammenhanges, der sonst zwischen Aufnahme von Blutnahrung und Eientwicklung bei dieser Art besteht. Im Sommer ist dieser Zusammenhang sehr eng; eine Blutmahlzeit zur Reifung[2]) der Eier ist bei *A. mac.* stets nötig, aber nach Sella genügt auch eine einzige Blutmahlzeit.

[1]) Der I. Teil ist als Arbeit „Über den Wärmesinn der Stechmücken bei der Eiablage" 1931 erschienen (siehe Literaturverzeichnis!).

[2]) Mit Reifung der Eier ist im Folgenden natürlich nie Reifung im zytologischen Sinne gemeint. Es handelt sich in dieser Arbeit im wesentlichen um das Wachstum der Oozyte I. Ordnung. Die Reifeteilungen dürften ja erst im abgelegten Ei erfolgen. Da jedoch die Eiausbildung innerhalb der Follikel in der Culicidenliteratur fast stets als Reifung bezeichnet wird, da man hierbei sehr bequem von reifen und unreifen Eiern spricht, und da man von Ablagereife sprechen kann, wird weiterhin „Reifung" unbeschadet seiner engen Definition in der Karyologie hier in seiner Bedeutung als lebendiges Wort der Umgangssprache angewandt.

Bei Eintritt der Überwinterung nehmen die *mac.*-♀ auch noch Blut auf, reifen aber keine Eier mehr. Ja, vielfach nehmen sie mehrfach bei sich folgenden Gelegenheiten Blut auf und benutzen diese wiederholten Mahlzeiten zur Ausbildung eines starken, die Wintertiere geradezu charakterisierenden Fettkörpers. Grassi vor allem hat darauf hingewiesen, daß es aber neben den fetten Überwinterungsmücken in Mittel-Italien auch während des Winters noch Tiere mit sich entwickelnden Eiern und sogar noch mit reifen Eiern gibt („Semihibernatio"). Ein Überwiegen der fetten, nüchternen Anophelen trat dort erst Ende Dezember — Anfang Januar hervor.

Der Eintritt des Fettwerdens dürfte aber trotz dieser regionalen Unterschiede in gewissem Grade unabhängig von der Temperatur geschehen; denn die Mücken werden im Spätherbst fett bei Temperaturen, die durchschnittlich immer noch viel höher liegen als die Temperaturen im Frühling zu einer Zeit, in der kein Fett gebildet wird, sondern in der auf Kosten des aufgenommenen Blutes stets die Eier reifen. Vergleichende Beobachtungen im August in Bayern und im September in Italien zeigten Grassi, daß das Fettwerden nicht an eine bestimmte Temperatur geknüpft sein dürfte, sondern eher an eine bestimmte Zeit des Jahres, die allerdings mit der Lokalität variieren könnte.

Überblickt man nun genauer sämtliche über die Überwinterung und die Generationszahl von *A. mac.* gemachten Beobachtungen — von Sella, Grassi, Falleroni, de Buen und Bragina in Südeuropa, von Martini, Wesenberg-Lund, Roubaud, Swellengrebel und seinen Schülern in Nord- und Mitteleuropa, parallele Beobachtungen über *mac.* in Californien von Herms und Freeborn, und über *quadrimaculatus* im Osten und Süden der Vereinigten Staaten von Barber, Comp nnd Hayne, von Boyd, Balfour und Weathersbee und die Feststellungen über die mit *mac.* in südlichen Ländern vikariierende Art *elutus* von Kligler und von Mer in Palästina[1]) —, dann muß man zu der Ansicht kommen, daß der Außenfaktor, der für den Eintritt in die Überwinterung bestimmend sein könnte, die Temperatur, nicht in erster Linie für den Eintritt der Tiere in die Winterstimmung maßgebend ist, sondern daß wahrscheinlich ein irgendwie (vielleicht erblich) fixierter Wechsel zwischen fortpflanzungstüchtigen Generationen und einer erst nach langer Ruhezeit fortpflanzungstüchtig werdenden Generation vorliegt, daß aber andererseits Temperaturverhältnisse doch auch wieder einen sekundären Einfluß auf diesen festliegenden Wechsel ausüben, wodurch es z. B. im mediterranen Gebiet zu keiner so strengen winterlichen Fortpflanzungsinaktivität kommt wie in Mittel- und Nordeuropa. Daß aber winterliches Blutsaugen, allerdings wohl meist ohne nachfolgende Eibildung, auch in Nordeuropa sehr häufig

[1]) Eine ausführliche und kritische Behandlung der Literatur werde ich demnächst im Rahmen einer größeren Zusammenfassung über die Biologie der Stechmücken geben, weshalb hier auf eine eingehende Besprechung verzichtet wird.

sein kann, darauf haben besonders Swellengrebel und seine Schüler de Buck und Schoute in Holland hingewiesen. Sie halten das winterliche Blutsaugen neben bestimmten morphologischen Kriterien für eine Eigentümlichkeit einer besonderen *maculipennis*-Rasse, der von van Thiel aufgestellten Varietät *atroparvus*, welcher u. a. auch ein wohlentwickelter Fettkörper bei Überwinterungsbeginn fehlen soll, und die den Winter, im Gegensatz zu der ebenfalls in Holland vorkommenden „großflügeligen Rasse", dem „typischen maculipennis", anscheinend nur mit Hilfe wiederholter Blutmahlzeiten überstehen kann.

Das Problem der *mac.*-Überwinterung stellt also einen ziemlich schwierigen Komplex von Fragen dar, die bis jetzt noch nicht eindeutig gelöst werden konnten.[1]) Mannigfach zu modifizierende Versuche über den Temperatureinfluß auf die Bindung von Blutverdauung einerseits und Eierstockwachstum andererseits sind als Vorarbeit für die Inangriffnahme dieses Problems zu leisten.

Ich studierte den Einfluß der Temperatur auf die Verwendung des aufgenommenen Blutes. Zuweilen wurden mehrere Blutmahlzeiten gegeben, aber zwischen den Blutmahlzeiten waren die Tiere stets unter den ihnen von Anfang an als Versuchstemperatur bestimmten Verhältnissen gehalten. Nur zur Erhöhung der Sauglust standen die Mücken in der Nacht, in der ihnen ein Nahrungstier (Meerschweinchen) angeboten wurde bei relativ hoher Temperatur, meist im Warmraum bei ca. 26°—28°, oder bei Temperaturen von ca. 18—20°. Zuckerwasser wurde den Mücken während der ganzen Versuche nicht gereicht. Feuchte Tücher bedeckten die Gazekäfige.

Die Versuche begannen im September 1930 mit Mücken, die im Laboratorium ausgeschlüpft waren. Die frisch geschlüpften Tiere konnten sich zuerst mehrere Tage in einem $80 \times 60 \times 80$ cm³ großen Käfig tummeln. Der weite Raum dieses Käfigs sollte die Begattung erleichtern, damit nach Möglichkeit alle in den Versuch kommenden ♀ begattet waren. Ich bot diesen Tieren dann in 3 sich folgenden Nächten Meerschweinchen zum Saugen an; die frisch vollgesogenen wurden jeweils herausgefangen und in 2 Portionen geteilt.

Die eine Hälfte (insgesamt 41 Mücken) stand vom Saugen an in einem Glashausraum mit Temperaturen um 29° herum. Nächtlich sanken die Temperaturen auf ca. 26°, bei Tage stiegen sie zuweilen, wenn die Sonne auf das Glashaus schien, auf 31—32°.

Die zweite Hälfte (ebenfalls 41 Mücken) wurde in einen Kühlschrank gebracht, in ein auf 10° reguliertes Fach desselben. Sie standen dort vom 22.—30. 9. Leider versagte die Temperaturregulierung des damals noch mit seinen Kinderkrankheiten behafteten Apparates, und es traten erhebliche Temperaturschwankungen auf, gelegentliches Herabsinken der Temperatur bis auf $7\frac{1}{2}$° und bis auf 2° und Steigen bis auf 14°. Um von den Betriebsstörungen in der Kühlmaschine nicht eines schönen Tages katastrophal betroffen zu werden, gab ich die Tiere vom 1. 10. an in einen gewöhnlichen Eisschrank. In diesem herrschte dauernd Dunkelheit, im Gegensatz zum maschinellen Kühlschrank, dessen Fächer Glaswände besitzen. Im gewöhnlichen Eisschrank betrugen die Temperaturen ca. 11—12°.

[1]) Bezüglich einer Kritik der Roubaudschen Theorien muß ich ebenfalls auf die in der Ausarbeitung befindliche Zusammenfassung verweisen.

1. Versuchsreihe. Betrachten wir zunächst die 41 bei ca. 29° warm gestellten Mücken!

Die ersten Sektionen von Mücken aus dieser Portion unternahm ich am 1. 10., nachdem die Tiere einen 5—8tägigen Aufenthalt von der ersten Blutmahlzeit an in der Wärme hinter sich hatten. Die Eierstöcke der 4 sezierten Mücken waren sämtlich klein und unentwickelt, Fettbildung war keine oder nur in ganz geringem Maße zu bemerken.

Den überlebenden 36 Mücken wurde in der Nacht vom 1. auf den 2. 10. eine zweite Blutmahlzeit angeboten. Die Tiere sogen alle. 5 Tage nach der zweiten Blutmahlzeit erfolgten 2 Sektionen, die kein Blut im Darm, Eierstöcke unentwickelt und leichte bis mittelstarke Fettbildung ergaben.

Den überlebenden 34 Mücken wurde eine dritte Blutmahlzeit am 6. 7. mit sehr schlechtem Erfolge angeboten, weshalb am 8. 9. nochmals ein Meerschweinchen in den Käfig eingestellt wurde. Durch diese beiden Gelegenheiten dürften nun alle Tiere mit Erfolg Blut bekommen haben. 2 Tage nach dieser dritten Blutmahlzeit erfolgten am 11. 10. 2 Sektionen. Eine der sezierten Mücken hatte noch schwarzes Blut im Darm, große Eierstöcke mit reifen Eiern (die schon beim lebenden Tier als gelbe Hinterleibspartie sich verrieten) und eine geringe Fettbildung. Der Hinterleib der 2. Mücke machte einen graugelblichen Eindruck, zeigte bei der Sektion kein Blut im Darm und einen kleinen Eierstock, doch war bei mikroskopischer Betrachtung in den Eizellen eine geringe Dotterablagerung zu bemerken;[1]) der zweite Eierstock wies im ganzen den Befund des ersten auf, enthielt jedoch drei annähernd reife Eier.

Der Käfig erhielt nun vom 11. an eine kleine Wasserschale mit etwas *Lemna*, um Gelegenheit für Eiablagen zu schaffen.

Am 12. 10. war keine Beobachtung erfolgt. Am 13. 10. fanden sich 325 Eier in der Schale vor. Ob diese einem oder zwei Gelegen zugehörten, ließ sich nicht entscheiden. Eine Mücke lag tot am Boden des Käfigs und wurde seziert. Es war vermutlich eine Mücke, die Eier abgelegt hatte. Die Ovarien machten einen etwas geschrumpften Eindruck, was jedoch auch durch postmortale Veränderungen bewirkt sein könnte. Reife, von einer Eiablage als Resteier vielleicht zurückgehaltene Eier waren nicht vorhanden, die Follikel zeigten Differenzierung der Nährzellen. Blut im Darm war nicht vorhanden, nur braune Kugeln im Enddarm (Exkrete?); Fettbildung war keine vorhanden.

Am 17. 10. waren noch 5 Mücken im Käfig vorhanden. Diese wurden in Gläschen herausgefangen, um genau besehen werden zu können. Keine zeigte schwarze Färbung am Hinterleib, es war also vermutlich kein Blut mehr im Darm. Nach dem Aussehen zu urteilen, waren aber auch vermutlich keine reifen Eierstöcke vorhanden. Im ganzen machten die Hinterleiber einen graugelben Eindruck. Daß diese Tiere alle an der Eiablage vom 12. sich beteiligt hatten, erscheint außerordentlich unwahrscheinlich. Sie dürften wohl trotz 3maliger Blutmahlzeit keine Eierstockreifung gezeigt haben.

Am 17. bis 18. erhielten diese 5 Mücken wiederum ein Meerschweinchen angeboten, es sogen 3, was also Aufnahme einer vierten Blutmahlzeit bedeutete.

Die 2 Mücken, die nicht gesogen hatten, kamen am 21. 10., nachdem ihnen nochmals ein Meerschweinchen am 20. und 21. vergebens angeboten worden war, zur Sektion; sie zeigten kleine Eierstöcke, Nährzellen differenziert, nur leichte Fettbildung. Auch wurden hier einmal die Spermatheken betrachtet, die sich als mit Samen gefüllt erwiesen. Dadurch wurde sichergestellt, daß als Grund des Fehlens einer Eientwicklung selbst nach drei Blutmahlzeiten nicht etwa Mangel der Begattung in Frage kommt.

---

[1]) Die hier und im Folgenden vermerkten „geringen Dotterablagerungen in den Eizellen" entsprachen ungefähr Christophers' Stadium II der Eientwicklung; im wesentlichen gleichen sie seiner Abb. 3, nur zuweilen mehr seiner Abb. 4. (Christophers, S. R., The development of the eggfollicle in Anophelines. In „Paludism", Transactions Comm. Study Malaria India Nr. 2, S. 73—88, Simla 1911.)

Die 3 Tiere, die am 17. und 18. gesogen hatten, wurden am 20. 10. genauer besehen; 2 verrieten äußerlich noch Blut im Darm und waren hinten in der bekannten auffälligen Weise gelb, so daß sich auf reife Eierstöcke schließen ließ. Am 22. 10. waren 60 Eier abgelegt, die Sektion einer Mücke zeigte in einem Eierstock ein restliches reifes Ei. Blut war im Darm keines mehr. Leider verunglückte ein Glasröhrchen mit den 2 anderen Mücken, bevor sie seziert werden konnten.

Zusammenfassend darf man sagen, daß die in der Wärme bei ca. 29° gehaltenen *maculipennis*-♀ nach 1 und 2 Blutmahlzeiten kein wesentliches Eiwachstum zeigten, daß nach 3 Blutmahlzeiten bei einigen der Tiere Eiwachstum und Eiablage vor sich gingen, aber nicht bei allen Tieren, und daß auch nach 4 Blutmahlzeiten Eiwachstum bis zur Legereife vermutlich nicht bei allen Tieren erscheint. Die Fettkörperbildung war, wenn sie überhaupt vorhanden war, stets nur eine geringe.

2. Versuchsreihe. Betrachten wir nun die 41 meist bei ca. 11° kühl gestellten Mücken!

Am 3. 10. fand die erste Prüfung der nun vom Blutsaugen her 7—13 Tage alten Tiere statt. 2 Sektionen ergaben kein Blut im Darm, keine Eireifung, leichte Fettbildung.

Den restlichen 39 Mücken wurde am 3. und 4. 10. ein Meerschweinchen angeboten. Sie standen über Nacht in einem Raum mit einer Temperatur von 17—20°. Alle Tiere nahmen diese zweite Blutmahlzeit und kamen sodann wieder in den Eisschrank. Die nächste Sektion erfolgte am 11. 10. Es handelte sich um eine Mücke, bei der eine leichte Schwärzung noch wenig Blut im Darm auch äußerlich verriet, und die im übrigen einen graugelblichen Eindruck machte. Die Eierstöcke waren klein, hatten differenzierte Nährzellen, eine Fettkörperbildung war vorhanden.

Am 13. 10. machen alle Tiere bereits einen verhältnismäßig mageren, etwas gräulichgelben Eindruck.

Es erfolgte in der Nacht vom 13. bis 14. eine dritte Blutmahlzeit. Am 17. 10., also 3 Tage später, Betrachtung der Mücken: die Hinterleiber zum Teil noch etwas schwärzlich, Blut also noch nicht ganz verdaut. Am 20. 10. wurden 2 Tiere seziert; es ergab sich kein Blut im Darm, kleine unentwickelte Eierstöcke und Fettkörperausbildung.

27. bis 28. erfolgte eine vierte Blutmahlzeit. 3 Sektionen, erst am 11. 11., ergaben kein Blut im Darm und kleine, unentwickelte Ovarien. Ein Tier war verhältnismäßig mager, die anderen hatten einen sehr wohlentwickelten Fettkörper mit ziemlich festem Fett.

Die restlichen Tiere erhielten am 13. und 14. eine fünfte Blutmahlzeit. 2 Sektionen am 25. 11. ergaben, daß auch bei diesen Tieren die Eierstöcke noch unentwickelt waren, nur eine ganz geringe Dotterablagerung in den Eizellen war zu bemerken. Blut im Darm ist keines mehr vorhanden, die Fettkörper waren mittelstark entwickelt.

Zusammenfassend darf man sagen, daß die in der Kälte, meist um 11° herum, gehaltenen *maculipennis*-♀ noch nach 4 und 5 Blutmahlzeiten keine Entwicklung der Eierstöcke zeigten. Eine Fettkörperbildung war vielfach deutlich, besonders nach wiederholten Blutmahlzeiten.

3. Versuchsreihe. An die Versuche über Aufenthalt der mit Blut gefütterten Mücken in sehr warmen oder in kalten Temperaturen schloß sich noch ein Ergänzungsversuch an: Aufenthalt der mit Blut gefütterten Mücken in mäßig warmen Temperaturen, bei ca. 18—20°.

Verwendet zum Versuch wurden wiederum Mücken, die im Laboratorium großgezogen waren. Die erste Fütterung mit einem Meerschweinchen fand am 17./18. 10. statt. Es sogen 67 Mücken. Von den restlichen sogen dann noch 15 Stück am 20./21.

Betrachten wir zuerst das Verhalten der Mücken, die am 17./18. ihre erste Blutmahlzeit bekommen hatten. Die ersten 2 Sektionen erfolgten am 22. 10.; die Tiere waren mager, hatten graugelbliches Aussehen, zeigten kein Blut im Darme, keine Fettbildung, unentwickelte Eierstöcke.

22. und 23. 10. wurde eine zweite Blutmahlzeit angeboten. Die vollgesogenen wurden wie stets zur Weiterbeobachtung abgesondert.

Am 24. 10. 3 Sektionen, die alle kein Blut im Darme, unentwickelte Ovarien und keine oder nur eine geringe Fettbildung zeigten.

27. und 28. erfolgte eine dritte Blutmahlzeit.

Am 1. 11. war ein großer Teil der Tiere gestorben. 5 Überlebende wurden seziert. Alle enthielten kein Blut im Darme, alle hatten kleine, unentwickelte Eierstöcke, nur bei einem Exemplar war Beginn der Dotterablagerung festzustellen. Die Fettbildung wurde registriert einmal als sehr reichlich, zweimal als ziemlich reichlich, einmal als mittelstark und einmal als minimal.

Die Mücken, die erst am 20./21. zum 1. Mal gesogen hatten, erhielten am 23./24. noch eine zweite und am 27./28. noch eine dritte Blutmahlzeit.

3 Sektionen am 1. 11. ergaben bei allen Tieren starke Fettkörperausbildung, unentwickelte Eierstöcke und einmal noch Blut im Darme. Auch 3 Sektionen am 11. 11. wiesen keine Eierstockentwicklung und kein Blut im Darme auf, die Fettkörperbildung wurde einmal als gering und einmal als mittel verzeichnet und fehlte bei einem Exemplar so gut wie ganz. Es ist im Versuchsprotokoll weiterhin bemerkt, daß diese Tiere im ganzen lange nicht so fett waren wie die zur selben Zeit aus der kalten Aufbewahrung zu Sektionen entnommenen (mit 4 Blutmahlzeiten versehenen) Mücken.

Am 13./14. erfolgte eine vierte, am 24./25. eine fünfte Blutmahlzeit. 3 Sektionen am 2. 12. ergaben kein Blut im Darm, unreife Ovarien und starke Fettkörperausbildung.

Am 2./3. 12. erfolgte eine sechste Blutmahlzeit. Sektionen der 5 restlichen Mücken am 9. 12. ergaben unentwickelte Ovarien und mittelstarke Fettkörperausbildung. 2 Stücke hatten noch Reste schwarzen Blutes.

Zusammenfassend darf man sagen, daß auch bei den mäßig kühlen Temperaturen (18—20°) kein Wachstum der Eierstöcke eintritt, selbst nicht nach 6 Blutmahlzeiten. Die Ergebnisse nehmen zwischen den Ergebnissen mit warm (29°) und kalt (11°) gehaltenen Tieren eine Mittelstellung bezüglich der Fettkörperausbildung ein, denn diese war bei den einzelnen Tieren eine recht verschieden starke.

4. Versuchsreihe. Es erfolgten noch weitere Versuche ab Mitte November über winterliche Eibildung nach erfolgten Blutmahlzeiten bei tändig warm gehaltenen Mücken, also Versuche parallel zu Versuchsreihe 1.

Die zuerst zu betrachtenden Mücken dieser 4. Versuchsreihe stammten aber nun nicht aus Laboratoriumsaufzuchten, sondern waren in ihren Verstecken (wahrscheinlich in Ställen) gesammelt und mir von Cuxhaven zugesandt worden. Auf jeden Fall handelt es sich der Jahreszeit und dem Sammelort, im nördlichen Deutschland gelegen, entsprechend um Tiere, die bereits in Winterstimmung waren.

Im folgenden steht nur ein Auszug des Versuchsprotokolls: Es gelang, 24 Cuxhavener Mücken am 14./15. 10. oder am 17./18. mit einer Blutmahlzeit zu versehen. 10 Sektionen, 3, 6, 7 und 9 Tage nach der ersten Blutmahlzeit, ergaben alle kein Blut mehr im Darm, unentwickelte Eierstöcke (nur einmal eine schwache Dotterablagerung in den Eizellen), meist keinen, nur zweimal einen sehr schwach ausgebildeten und einmal einen mittelstarken Fettkörper.

Am 24./25. und 25./26. erhielten die restlichen Mücken eine zweite Blutmahlzeit; es waren zusammen 21 Tiere, die eine solche zu sich nahmen. Notizen über den Befund einer äußerlichen Betrachtung am 26. und ein Sektionsergebnis vom 28. 11. besagen, daß nichts von Eierstockswachstum zu bemerken war. Die Sektion ließ noch etwas Blut im Darm erkennen und zeigte eine geringe Fettkörperausbildung. Leider entstand nun ein Verlust, einige Mücken wurden durch Küchenschaben aufgefressen.

Am 29. 11. waren 136 abgelegte Eier zu finden; vermutlich handelte es sich um ein Gelege. — Also bereits nach der zweiten Blutmahlzeit eine Eiablage. Es ist aber zu bedenken, daß vielleicht manche Mücken Cuxhavener Herkunft schon dort in Ställen Blut gesogen haben konnten. Auch die gelegentliche Fettkörperausbildung hatte vielleicht als erste Grundlage bereits in der natürlichen Umgebung genommene, nicht kontrollierte Blutmahlzeiten.

Versuche mit nicht aus Cuxhaven, sondern aus Laboratoriumsstämmen herrührenden Mücken, wobei es sich aber nicht um frisch geschlüpfte Mücken, wie in den Versuchsreihen 1—3 handelte, sondern um bereits einige Wochen kühl, also gewissermaßen ins Winterquartier gestellte Mücken hatten dasselbe Ergebnis wie die Versuche mit den Cuxhavener Mücken:

Nach der ersten Blutmahlzeit waren die Eierstöcke durchaus klein (ebenfalls nur einmal war eine geringe Dotterablagerung in den Eizellen zu bemerken), Fettbildung war keine zu verzeichnen.

Nach der zweiten Blutmahlzeit war einmal eine Eiablage von 40 Eiern zu verzeichnen.

Da nur noch wenige Versuchsmücken, sowohl Cuxhavener Herkunft als auch aus dem Laboratoriumsstamm, im ganzen vorhanden waren, wurden die zu einer dritten Blutmahlzeit bestimmten Mücken zusammengegeben.

5 Tiere sogen. Die Sektionen 7 Tage nach der Mahlzeit ergaben kein Blut mehr im Darm, Eierstöcke noch klein, jedoch beginnende schwache Dotterablagerung in den Eizellen, 4 mal keinen und 1 mal nur einen geringen Fettkörper.

Die Versuchsreihe 4 hatte also ein ähnliches Ergebnis wie die Versuchsreihe 1 und besagt somit, daß ein derartiges Ergebnis auch bei Mücken erhalten werden kann, die nicht frisch geschlüpft sind, sondern vor Versuchsbeginn sich bereits einige Wochen in der Überwinterung befanden. Die „Hibernati“ konnte somit durchbrochen werden

5. Versuchsreihe. Im folgenden Versuche wurden nun die *maculipennis*-♀ mitten im Winter (Januar) ihren Winterquartieren entnommen:

Herr Kollege Weyer von der durch die International Health Division der Rockefeller Foundation in Emden geschaffenen Untersuchungsstation sammelte *mac.*-♀ am 12. 1. 1932 in der Umgebung von Emden (Aaland) in Ställen und brachte sie am 14. ins Laboratorium nach Hamburg, er überließ mir einen Teil der Mücken für meine Untersuchungen, wofür auch hier bestens gedankt sei. Unter sämtlichen gefangenen Mücken ließen 4 schon äußerlich durch Schwarzfärbung des Hinterleibs erkennen, daß sie bei Emden Blut gesogen haben mußten. Die Sektion dieser 4 Tiere ergab: kleine Ovarien, Nährzellen zum Teil differenziert, keine Dotterablagerung und schwachen bis mittelstarken Fettkörper.

Am 15. 1. sezierte ich 4 weitere Mücken, die äußerlich kein Blut im Darm verrieten; bei dreien war der Darm auch vollkommen leer, bei einer fand sich noch ein kleiner Rest schwarzen Blutes; die Ovarien waren alle klein und unentwickelt, die Nährzellen waren differenziert, Fettkörper war nur ein geringer oder so gut wie keiner vorhanden.

Am 15./16. wurde den Tieren, die seit ihrer Ankunft im Institut und in der Saugnacht bei etwa 20°—22° standen, ein Meerschweinchen angeboten. 17 Mücken sogen, die in 2 Portionen geteilt wurden. 3 Stück, die dem äußeren Augenschein nach nicht gesogen hatten, wurden am 20. 1. nach weiterem Aufenthalt bei 20°—22° seziert. Die Ergebnisse waren:

1. Darm leer, Ovarien klein, deutlicher Beginn der Dotterablagerung, mittelfett.
2. Kleiner Blutrest im Darm, Ovarien klein, deutlicher Beginn der Dotterablagerung, mittelfett.
3. Darm leer, Ovarien klein, deutlicher Beginn der Dotterablagerung, mittelfett.

Diese Sektionsergebnisse lassen vermuten, daß auch diese 3 Mücken 15./16. wahrscheinlich etwas Blut gesogen hatten, nur nicht genug, daß es durch eine Hinterleibsfärbung aufgefallen wäre.

Verhalten der vollgesogenen Anophelen in der Wärme bei ca. 28°: Am 18. 1. fanden sich 2 Leichen, die seziert wurden. Bei beiden fand sich noch Blut im Darm, beide hatten kaum Fett. Bei der einen waren die Ovarien klein, standen jedoch im Beginn der Dotterablagerung, bei der zweiten enthielten sie zusammen ca. 155 halbreife Eier,[1]) die sich schon äußerlich durch Gelbfärbung des Abdomens verraten hatten. Auch die 5 lebenden Mücken zeigten noch geringe Schwarzfärbung am Abdomen und zum Teil leicht gelbliche Hinterleiber. Am 19. 1. waren diese Tiere nun ziemlich mager geworden.

19./20. wurde wiederum ein Meerschweinchen angeboten. Von den 5 Mücken sogen 4 bei dieser zweiten Mahlzeit. Die vollgesogenen wurden von den nüchtern gebliebenen Tieren nach diesem und nach den folgenden Saugversuchen nicht, wie sonst üblich, abgesondert, da es im ganzen nur so wenig Mücken waren.

22./23. wurde den 5 Tieren, nun zum 3. Male, ein Meerschweinchen angeboten, 3 Mücken sogen. Am 25. war eine Mücke ertrunken. Die Sektion ergab: Darm leer, Ovarien klein, Beginn der Dotterablagerung in den Eizellen, kein Fett.

Am 25./26. wurde zum 4. Male ein Meerschweinchen eingestellt, von den 4 Anophelen sogen 2. Es folgte wieder Gelegenheit zum Saugen am 28./29., 3 Mücken sogen. Am 30. 1. fanden sich 50 und am 1. 2. 150 Eier abgelegt.

Es folgten noch weitere Blutmahlzeiten 2./3. und 5./6. 2. Am 12. 2. wurde eine Tote seziert. Die Ovarien waren klein; Näheres war nicht mehr zu erkennen. Die einzige noch lebende Mücke wurde abgetötet und ebenfalls seziert. Der Darm war leer, Fett war nicht vorhanden, die Eierstöcke enthielten zusammen ca. 135 Eier.

Verhalten der vollgesogenen Anophelen in der Kälte bei ca. 10°:

Die restlichen Mücken, die 15./16. 1. nicht gesogen hatten, standen vom 16.—19. bei ca. 22° und erhielten 19./20. bei ca. 28° ein Meerschweinchen angeboten; 10 Stück sogen. Sie wurden zunächst 10 Tage in einem Raum aufbewahrt, der eine Durchschnittstemperatur von ca. 10° zeigte, aber täglich erhebliche Temperaturschwankungen aufwies. Die durchschnittlichen Tagesmaxima betrugen 13,5°, die Minima 7°. Absolutes Maximum der ganzen Periode war 17°, das Minimum 5°. Am 30. 1. war 1 Mücke ertrunken. Ihre Sektion ergab: Noch Blut im Darm, halbreife Eierstöcke (jederseits ca. 40 Eier), kein Fett.

Am 30. kamen die Tiere in den Kühlschrank in ca. 9°. Eine Sektion am 1. 2. ergab: Darm leer, Ovarien klein, beginnende Dotterablagerung in den Eizellen, kein Fett.

2 Mücken, die dick aussahen und vermutlich Eierstöcke in der Entwicklung besaßen, wurden am 1. 2. aus der Kälte herausgenommen und standen bis 6. 2. bei Zimmertemperatur im Laboratorium, währenddessen sie ihr Blut vollends verdauten, jedoch ohne Eier zu legen. Sie kamen dann wieder zurück in 10°.

---

[1]) Bei den im folgenden öfters gebrauchten Bezeichnungen 1/2 reife, 2/3 reife, 3/4 reife Eier usw. ist die abgeschätzte Länge der heranwachsenden Eier im Vergleich zur Länge ungefähr des ablagereifen Eies gemeint. — Als halbreife Ovarien z. B. werden dann Ovarien mit solch 1/2 reifen Eiern bezeichnet.

Mit diesen und den übrigen restlichen Mücken des Kälteversuches gelang noch weiteres 1—2maliges Blutsaugen (2./3., 12./13., oder 15./16. 2.). Die Tiere standen zwischen den Mahlzeiten bei 10°. Die einzigen beiden am 18. noch überlebenden wurden abgetötet und seziert. Die eine Sektion ergab: Darm leer, kein Fett, Ovarien zusammen ca. 110 zweidrittelreife Eier. Die andere Sektion ergab noch beträchtliche Mengen Blut im Darm, kein Fett, Ovarien zusammen ca. 80 zweidrittelreife Eier; aber längst nicht alle distalen entwicklungsfähigen Follikel hatten die Eier so weit ausgebildet. Außer den zweidrittelreifen Eiern waren zahlreiche Eizellen vorhanden, die zwar auch schon beträchtlich Dotter gespeichert hatten und etwas in die Länge gewachsen waren, aber lange nicht in dem Maße wie die nahezu reifen Eizellen; sie standen etwa auf der Grenze von Christophers Stadium 2 und 3.

Diese 5. Versuchsreihe zeigt, daß auch mitten im Winter ihren Quartieren entnommene Mücken mittels mehrerer Blutmahlzeiten bei hohen Temperaturen Eier reifen und schließlich zur Ablage bringen können. Gegenüber den Ergebnissen der bisherigen Versuche ist neu, daß auch die zunächst ziemlich kühl zwischen 5° und 17° gehaltenen Mücken und weiterhin bei 10° gehaltene Mücken zum Teil noch eine beträchtliche Entwicklung der Eierstöcke vollzogen.

Es ist dabei aber zu bedenken, daß die Mücken bereits in den Ställen bei Emden mehrfach Blut gesogen haben könnten. Weiterhin könnten sie dann vielleicht durch die Wärme im Insektarium, wo sie durch einige Tage Aufenthalt daselbst sauglustig gemacht werden sollten, zur Eientwicklung stimuliert worden sein. Vielleicht macht sich aber in dieser Eierstocksentwicklung bei relativ kühl gehaltenen Mücken bereits der Erfolg einer längeren winterlichen Ruhezeit geltend: Sind die Tiere schon nahe der Frühjahrsumstimmung, sind sie schon nahe der Möglichkeit, bei mäßigen Temperaturen mit einer Blutmahlzeit ihre Eier zur Reife bringen zu können? — Diese Vermutung erhält noch eine kleine Stütze durch die folgende Beobachtung.

6. Versuchsreihe. Einige Ende Januar in Schuppen und Kellern in S. bei Cuxhaven gefangene (also nicht in Ställen mit Blutspendern gesammelte!) Anophelen erhielten 2./3., 3./4. und 5./6. Meerschweinchen angeboten. Im ganzen sogen 9 Mücken, die jeweils nach dem Saugen isoliert und bei ca. 28° aufbewahrt wurden. Von diesen 9 Mücken legten 3 am 9. 2. und 1 am 10. 2. ihre Eier ab. Also Eiablagen bereits nach einer einzigen Blutmahlzeit! Von den 4 Gelegen hatten 3 „dunkle Eier" (Erklärung siehe S. 588), das 4. erinnerte an „halbgrau", war jedoch nicht typisch für ein solches, aus seinen wohl irgendwie verbildeten Eiern schlüpften im Gegensatz zu den 3 dunklen Gelegen keine Larven.

Überblickt man die Gesamtheit unserer Versuche, so erkennt man, daß Eireifung sich auch im Winter zuweilen erreichen läßt. Zwar sind wiederholte Blutmahlzeiten nötig, und die Temperaturverhältnisse müssen Blutaufnahme, Verdauung und Dotterbildung begünstigen. Andererseits bemerken wir, daß durchaus nicht alle Individuen unter entsprechenden Bedingungen ihre Eier reifen, ganz abgesehen davon, daß selbst unter gleichen Ernährungs- und Temperaturverhältnissen die Eier nicht gleich rasch ausgebildet werden. Die Frage dieser individuellen Unterschiede ist noch völlig ungeklärt.

Neuerdings weisen aber nun die Studien über die Rassenfrage bei *An. maculipennis*[1]) auf Unterschiede in der Physiologie der Mücken ver-

[1]) Ein kritisches Sammelreferat über die vielfach sehr verschlungene Pfade gehende Rassenforschung bei *Anopheles maculipennis* hat kürzlich Martini (1931) geliefert.

schiedener Herkunft hin, und die erst in künftiger Arbeit zu prüfende Vermutung, auch die Tiefe der Winterruhe und das Vermögen zu winterlicher Eibildung nach vorausgegangenen Blutmahlzeiten könnten bei verschiedenen Rassen verschieden stark ausgeprägt sein, läßt sich nicht ganz von der Hand weisen.[1]) Die Beobachtungen der Holländer über die verschieden große Lust der *maculipennis*-Weibchen, auch im Winter Blut zu saugen, habe ich ja oben schon kurz erwähnt.

Ein anscheinend recht brauchbares Merkmal für die Unterscheidung verschiedener Anophelesvarietäten haben kürzlich Martini, Missiroli und Hackett (1931) benutzt, die Art der Eizeichnung, deren Studium zuerst von Falleroni (1926) aufgenommen worden war. Neben einer uns hier nicht näher interessierenden „gestreiften" Eizeichnung lassen sich vor allem 2 große *maculipennis*-Gruppen unterscheiden, eine mit „dunklen" und eine mit „halbgrauen" Eiern. Letztere entspricht wahrscheinlich der von den Holländern aufgestellten Varietät *atroparvus* und geht vielleicht, wie diese, nicht in unbewohnte, verhältnismäßig kühle Wintersteckplätze (Schuppen u. dlg.), sondern bleibt auch im Winter gerne in Ställen, um gelegentlich Blut zu saugen.

Die genannten Autoren haben während des Sommers die in Ställen gefangenen Anophelen verschiedener Herkunft zur Eiablage in Einzelhaft gesetzt, um die Farbzeichnung der Eier jeweils registrieren zu können. Dabei zeigten sich die „dunkle" Eier besitzenden Anophelen meist als gute Leger, die, aus Ställen ins Laboratorium gebracht, ihre Eier meist in wenigen Tagen abgelegt hatten, während bei den „graueiigen" Anophelen die Zeit zwischen dem Fang in den Ställen und der Eiablage der einzelnen

---

[1]) Anmerkung bei der Korrektur:

In der Tat erschien inzwischen eine kurze Mitteilung von Roubaud (Bull. Soc. path. exot. Bd. 25, S. 755—762, 1932), die angibt, daß die „großflügelige Form" Hollands und andere nach Roubaud ebenfalls „maxillenzahnreiche" *maculipennis*-Stämme zur Eientwicklung im Winter fähig sind, im Gegensatz zu den kleinflügeligen *atroparvus* und anderen nach Roubaud „maxillenzahnarmen" Stämmen. — Über die Rassenbezeichnungen siehe zum Teil oben den nächstfolgenden Abschnitt. — Aber unsere hier verzeichneten Ergebnisse sprechen nicht für eine allgemeine Gültigkeit der Roubaudschen Feststellung. Seit der Fertigstellung dieser Arbeit wurde nämlich von Martini festgestellt, daß der Sammelplatz (Cuxhaven), der für unsere 4. Versuchsreihe das Material geliefert hatte, ein Platz der „Halbgrauleger" ist, desgleichen die Fundplätze Weyers bei Emden, die die Mücken für die 5. Versuchsreihe gegeben hatten. In der 4. Versuchsreihe war einmal eine Ablage nach der 2. Blutmahlzeit, und in der 5. Versuchsreihe waren mehrere Eierstocksentwicklungen und Eiablagen vorhanden.

Weitere Versuche (vgl. die im nächsten Heft folgenden Experimentellen Beiträge III) haben das inzwischen gezeigt, daß hinsichtlich Verknüpfung von Blutverdauung und Eireifung im Frühling kein Unterschied zwischen „halbgrauen" und „dunklen" Anophelen besteht. Auch die Sommer-Tiere weisen in dieser Hinsicht zwischen den beiden Rassen, wie uns noch unveröffentlichte Versuche bei verschiedenen Temperaturen gezeigt haben, keinen Unterschied auf. Bezüglich einer eventuellen rassenmäßigen Verschiedenheit der winterlichen Entwicklungshemmung für die Eierstöcke, wie ich sie selbst ursprünglich im Roubaudschen Sinne vermutet habe (s. oben S. 580), müssen daher noch weitere Untersuchungen folgen.

Mücken eine stark schwankende und vielfach eine lang hingezogene war. Weiterhin zeigte sich gegen Ende des Sommers, daß viele Mücken aus Fängen, die ihrer Herkunft nach aus Halbgraulegern hätten bestehen müssen, zuweilen gar keine Entwicklungsbereitschaft der Eier zeigten, zu einer Zeit, in der die ins Laboratorium gebrachten „Dunkelleger" noch quantitativ zur Eiablage schritten bezw. bei Sektionen noch Eierstöcke mitten im Wachstum zeigten. Einige Zahlen aus den Versuchen sollen dies belegen. Herr Prof. Martini hat mir seine zum Teil noch nicht zur Veröffentlichung ausgenutzten Protokolle hierzu überlassen und hat mich auf die verschiedenen Ergebnisse seiner Versuchsreihen aufmerksam gemacht, wofür auch hier herzlich gedankt sei.

Von 30 am 26. 8. in Einzelhaft gesetzten Mücken, die aus Grünberg in Schlesien stammten, legten 26 Tiere ihre Eier ab, die alle dunkel waren (bis auf ein Gelege, das nicht als „dunkel" bestimmt werden konnte, da die Eier untergegangen waren). 4 Mücken, die nicht zur Eiablage schritten, wurden Anfang oder Mitte September seziert; 3 zeigten Ovarien mit reifen, 1 mit halbreifen Eiern.

Von 40 am 3. 9. in Medenblick (Holland) gesammelten und am 5. 9. im Laboratorium isolierten Weibchen legten nur 14 ihre Eier ab, die alle zu der „halbgrauen" Gruppe gehörten. Die übrigen starben im Laufe des Septembers bis auf einen kleinen Rest, der Anfang November abgetötet wurde. Sektion der Leichen ergab stets unentwickelte Ovarien (nur 1 mal geringe Dotterablagerung um die Eizellkerne herum) und zuweilen Fettablagerung in unterschiedlicher Stärke.[1])

Von 30 am 16. 9. auf der Insel Neuwerk bei Cuxhaven gesammelten Mücken schritt nur 1 mit einem „dunklen" Gelege zur Eiablage. Neuwerk ist aus Sommerversuchen als ganz überwiegend „halbgrau" bekannt. Die Mücken wurden Mitte September bis Ende November seziert. Die Ovarien waren stets unentwickelt, die Fettkörperausbildung war eine sehr unterschiedlich starke.

Von 30, ebenfalls am 16. 9. in Ziegelwerder bei Schwerin gesammelten Mücken legten noch 10 Weibchen und zwar — wie es aus im Juni vorhergegangenen Versuchen zu erwarten war — dunkle Eigelege. (Ein „schwarzes" Gelege und das Gelege eines fälschlich eingetragenen *bifurcatus* scheiden aus unserer Betrachtung aus.) Die nicht zur Eiablage gekommenen 18 Mücken — am 19. 9. waren viele gestorben — wurden seziert und zeigten verschiedene Stadien der im Gang befindlichen Eierstocksentwicklung. Eine nennenswerte Fettablagerung war nur bei 1 Mücke zu bemerken.

25 am 1. 10. in Aland bei Emden gesammelte Mücken wurden am 2. 10. seziert. Ovarien durchweg unentwickelt. Fettablagerung unterschiedlich stark. Aland ist aus Sommerversuchen als „halbgrau" bekannt.

Es ist vielleicht so, daß die „dunkeleiigen" Anophelen, sowie sie Blut gesogen haben, auch noch im Herbst in die Eibildung eintreten, im Gegensatz zu den „graueiigen", die zumindest im Herbst das Blut nicht zur Eireifung verwenden. Die „dunklen" Anophelen verhalten sich dann vielleicht *Culex pipiens* ein wenig ähnlich, denn wir werden nachher sehen, daß *Culex pipiens* aufgenommenes Blut stets zur Eibildung benutzt, und vor allem werden wir sehen, daß seine Überwinterung, die im Rückzug

[1]) Hier ist zu bemerken, daß Martini den zur Eiablage in Einzelhaft sitzenden Mücken stets einen in Zuckerwasser getränkten Wattebausch beigab. Aufnahme von Zuckerwasser dürfte aber vielleicht die Fettbildung beeinflussen. In meinen oben verzeichneten Temperaturversuchen war kein Zuckerwasser gereicht worden.

in die Keller und in der Enthaltsamkeit von Blutnahrung besteht, rein als Folge der Temperaturerniedrigung erklärt werden kann. Die „graueiigen“ Anophelen scheinen dagegen, vorausgesetzt, daß sie mit *atroparvus* wirklich übereinstimmen, während des Winters gerne in Ställen zu bleiben und gelegentlich Blut zu saugen. Vielleicht benötigen sie das Blut, um den Winter an diesen verhältnismäßig warmen Orten, wo ihr Stoffwechsel nicht so wesentlich herabgesetzt sein dürfte, überdauern zu können.

Das sind alles nur Arbeitshypothesen, die sich aus den Martinischen Statistiken ergeben, und man wird, um sie zu prüfen, von nun an auch die Experimente über Verwendung der Blutnahrung bei verschiedenen Temperaturen stets getrennt für „graueiige“ und „dunkeleiige“ Anophelen durchführen müssen.

Auch dürfte es nicht uninteressant sein, im Anschluß an die hier verzeichneten Herbst- und Winterversuche vollgesogene *An. maculipennis* nun während des Frühlings und während des Sommers nach stattgefundenen Blutmahlzeiten ebenfalls verschiedenen Temperaturen zu unterwerfen.

Diese Absicht konnte infolge der versagende Kühlschrankeinrichtung noch nicht verwirklicht werden. Wenn ich dennoch die herbstlichen und winterlichen Versuchsergebnisse schon heute veröffentliche, geschieht es, um sie ganz andersartigen Ergebnissen mit *Culex pipiens* gegenüberzustellen.

B. Versuche über die Überwinterung von *Culex pipiens*.

1. Versuchsreihe. (Herbst 1930.) Die Mücken der ersten Versuche mit *Culex pipiens*-♀ stammten aus Laboratoriumszuchten und standen bereits einige Wochen in einem verhältnismäßig kühlem Raum annähernd unter den Bedingungen der natürlichen Überwinterung. Am 18. 11. kamen sie nun in mäßig warme Temperaturen (ca. 20°) und am 20. 11. in beträchtlich warme Temperaturen (ca. 28°). Dort erhielten sie 24./25. einen Kanarienvogel angeboten. Von ca. 180 Mücken sogen ca. 30. Die nüchtern gebliebene Menge erhielt 26./27. nochmals einen Kanarienvogel mit dem Erfolge, daß nur 6 Mücken sogen. Nach einer weiteren Zwischenzeit sogen dann am 1./2. 12. 46 Stück.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken im beträchtlich warmen Raum (ca. 28°):

1. Portion. Die Mücken hatten 24./25. 11. Blut gesogen. Betrachtung am 26. zeigte, daß die Eibildung anscheinend im Gange war. Eine Sektion am 27. zeigte kein Blut mehr im Darm und $^3/_4$ reife Eierstöcke. Fett war reichlich vorhanden. Es ereigneten sich 2 Eiablagen am 28. 11., 5 am 29., 4 am 1. 12., 1 am 4. 12., also 5, 6, 7 und 10 Tage nach der Blutmahlzeit.

2. Portion. 23 Mücken hatten am 1./2. 12. gesogen. Betrachtung am 4. 12. ließ die im Gang befindliche Ovarentwicklung erkennen. Es fanden sich 8 Gelege am 6. 12., 2 am 8., 6 am 11. und 1 am 12., also 5, 7, 10 und 11 Tage nach der Blutmahlzeit. Nur die Gelege vom 6. und 8. zeigten normales Schlüpfen der Larven; aus den Gelegen vom 11. und 12. schlüpften keine Larven.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken im mäßig warmen Raume (ca. 20°):

1. Portion. 6 Mücken hatten am 26./27. 11. Blut gesogen. Nachschau am 29. 11. zeigte die Ovarentwicklung im Gange. Es fanden sich 1 Gelege am 2. 12., 2 am 3. und 2 am 12., aus welch letzteren keine Larven schlüpften. Die Eiablagen waren also 4, 5 und 14 Tage nach dem Saugen erfolgt.

2. Portion. 23 Mücken hatten 1./2. 12. gesogen. Es fanden sich 9 Gelege am 9. 12., aus denen Larven schlüpften, jedoch nicht in der zu erwartenden Menge. Es folgten 2 taube Gelege am 10. 12., 3 am 11., 1 am 17., 1 am 18. und 1 am 29.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken in der Kälte:

Ca. 17 Mücken hatten am 24./25. 11. Blut gesogen. Zunächst blieben sie 15 Tage (bis 10. 12.) im 10°-Fach des Kühlschrankes stehen. Die Betrachtung zeigte am 10. 11. Ovarentwicklung im Gange. Am 10. 12. kamen sie aus dem Kühlschrank heraus und wurden nun im Laboratorium bei Zimmertemperatur weiter beobachtet. Es fanden sich 6 Gelege am 11. und 2 am 12. 11. Nur wenige Larven schlüpften. Weitere Eiablagen folgten nicht (beobachtet bis 29. 12.).

Das Nichtschlüpfen von Larven dürfte seinen Grund in einem teilweise Nichtbegattetsein der Muttermücken haben. Waren doch alle Mücken des Versuches Überwinterungsmücken, die aus sommerlichen Laboratoriumsbruten stammten, im Käfig im Herbst also nicht die idealen Begattungsbedingungen (Gelegenheit zur Schwarmbildung der ♂) hatten wie Mücken der freien Natur. In der Tat zeigte die Sektion von 8 Restmücken längere Zeit nach Beendigung der Eiablage keine Füllung der Spermatheken.

2. Versuchsreihe (Herbst 1931, mit Mücken verschiedener Herkunft). Verwandt zu den Versuchen wurden

1. *Culex pipiens*-♀ aus einer Laboratoriumszucht, die bei 20°—25° in einem mit einem Drahtgazeaufsatz versehenen Aquarium, bei Fütterung durch eingestellte Vögel und Larvenfütterung durch Piscidin und Heuaufgüsse, dauernd neue Generationen erzeugt

2. *C. p.*-♀ aus einer in einem Kellerraum, der dauernd etwa 20° C aufweist, untergebrachten Culex-Zucht. Die Tiere fliegen dort frei und haben verschiedene Wassertonnen zur Eiablage bereit stehen.

3. Am 27. September in einem Kohlenkeller, also bereits im Winterquartier befindliche, gesammelte Mücken.

Versuche mit Mücken von Stamm 1.

Am 16./17. September war in den Drahtgazekäfig ein in einem Gitterstabkäfig untergebrachtes Huhn eingestellt worden. Am 17. wurden 26 vollgesogene Mücken herausgesammelt, die in 2 Partien geteilt wurden.

Die 1. Partie kam in einen ca. 28° warmen Raum unseres Insektariums. 19./21. sind auf einer kleinen, im Käfig stehenden Wasserschale 9 Gelege abgesetzt worden. Ein weiteres Gelege fand sich am 22. Zwei bei äußerlicher Betrachtung anscheinend noch etwas Blut enthaltende Mücken wurden am 21. zu besonderer Beobachtung isoliert. Die eine Mücke war am 23. tot, die andere am 25., ohne Eier abgelegt zu haben. Von 13 Mücken sind im ganzen 10 Gelege abgesetzt worden.

Die 2. Partie von Stamm 1 kam nach der Blutmahlzeit am 17. zunächst 1 Tag in einen ca. 19° warmen Raum, dann in einen Eisschrank mit ca. 8°. Am 21. waren 2 Tiere tot, am 22. kamen die Tiere wiederum in einen mäßig kühlen Raum, der zunächst 12° zeigte, jedoch zuweilen ansteigende Temperaturen bis zu 15° in den folgenden Tagen aufwies. Eiablagen erfolgten nicht.

Am 28. wurden 2 Mücken geziert. Die Sektionen ergaben $^3/_4$reife Eierstöcke, noch kleine Blutreste im Darm und keinen Fettkörper. Bei einer Mücke waren jederseits in den Eierstöcken nur ca. 20 $^3/_4$reife Eier zu zählen. Am 1. 10. waren 3 Mücken ertrunken. Die Sektion dieser Leichen ergab:

1. Mücke: Darm leer. Beide Eierstöcke zusammen ca. 20 annähernd reife Eier,

2. Mücke: Darm leer, Ovarien klein. In den Eizellen beginnende Dotterablagerung,

3. Mücke: Noch etwas Blut im Darm; im übrigen war die Mücke nicht mehr präparierfähig.

Am 2. 10. fand sich ein Gelege und eine ertrunkene Mücke, am 3. 10. ein Gelege und nur noch eine überlebende Mücke, am 5. 10. waren alle Mücken tot.

Versuche mit Mücken von Stamm 2.

21. und 22. war in dem Zuchtkeller ein Käfig mit einem Huhn eingestellt worden. Am 22. wurden von den Kellerwänden 32 vollgesogene Mücken abgefangen und in 2 Partien geteilt.

Die 1. Partie wurde in einem ca. 28° warmen Raum untergebracht, am 25. fanden sich zwei, am 26. sieben, am 28. fünf Gelege, am 29. waren alle Mücken tot.

Die 2. Partie wurde kühl aufbewahrt, zunächst 2 Tage im Laboratoriumseisschrank bei ca. 8°, dann in einem Raum bei ca. 12°, dessen Temperatur am 26. etwas gestiegen war, auf 15°. Eiablagen ereigneten sich dort nicht. Am 1. 10. kamen die Tiere nun in einen ca. 20° warmen Raum. Es fanden sich dann am 2. ein Gelege, am 3. zwölf Gelege und am 5. noch zwei kleine Gelege. Am 5. 10. waren alle Mücken tot.

Versuche mit Mücken von Stamm 3.

Die ins Laboratorium gebrachten Mücken erhielten dort im 28° warmen Raum 28./29. einen Kanarienvogel als Blutspender. 10 *C. p.* sogen in dieser Nacht, die wiederum in 2 Partien geteilt wurden.

Die 1. Partie kam in den 28° warmen Raum; am 5. 10. fanden sich 4 Gelege.

Die 2. Partie stand in dem 12°—15° warmen Raum. Eiablagen erfolgten nicht. Die 5 Mücken wurden am 5. 10. seziert. Bei sämtlichen war der Darm leer. Alle Tiere waren fett; 2 Tiere hatten $^2/_3$ reife Ovarien, 2 hatten unreife Ovarien, 1 zeigte ebenfalls noch unreife Ovarien, jedoch mit beginnender Dotterablagerung in den Eizellen.

Den Mücken, die am 28. und 29. nicht gesogen hatten und die seither im 28° warmen Raum meist bei Zuckerwasserfütterung gehalten worden waren, wurde am 27. nochmals ein Kanarienvogel angeboten. Nur 6 Mücken sogen; dieselben standen lange Zeit ohne Wasserschale im Käfig, weiterhin bei hoher Temperatur im 28° warmen Raum, dann wurde ihnen am 14. eine Gelegenheit zur Eiablage geboten, am 15. 10. fanden sich 4 Gelege.

3. Versuchsreihe (Januar 1932) mit Mücken aus Kellern. Betrafen die seitherigen Versuche Blutverdauung und Eireifung bei Tieren des Spätherbstes, so handelt es sich im folgenden um *C. p.*-♀, die mitten aus der Überwinterung herausgerissen wurden. Die Tiere wurden am 10. 1. in einem Kohlenkeller, also an einer natürlichen Überwinterungsstätte gesammelt. Die Sektion von 5 Mücken ergab: Darm leer, Eierstöcke klein und unentwickelt, Nährzellen differenziert, Fettkörper mittelstark. Nach 4tägigem Aufenthalt bei 20°—22°, währenddessen die Tiere sauglustig werden sollten, wurden denselben am 14./15. ein Kanarienvogel angeboten. 15 Tiere sogen. Der Rest, der am 14./15. nicht gesogen hatte, blieb meist bei einer 28°-Temperatur, weiterhin ohne Zuckerwasser und nur unter feuchten Tüchern, stehen, um am 19./20. nochmals einen Kanarienvogel angeboten zu erhalten. 32 Tiere sogen.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken im warmen Raum (ca. 28°):

8 Mücken hatten am 14./15. gesogen. Am 18. 1. fanden sich 2 Leichen; die Sektionen ergaben kein Blut im Darm und $^3/_4$ reife Eierstöcke. Am 20. 1. fanden sich 4 Gelege.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken im mäßig warmen Raum (ca. 20°—22°):

32 Mücken hatten am 19./20. 1. gesogen; am 25. 1. fanden sich 23 Eiablagen; es folgten zwei Gelege am 26. 1. und noch je eins am 28. und 30. 1. Am 1. 2. waren alle Mücken tot.

Verhalten der mit Blut vollgesogenen Mücken in der Kälte:

7 Mücken hatten am 14. und 15. bei ca. 20°—22° gesogen, am 16. kamen sie in einen kalten Raum (ca. 10°). Am 20. 1. ergaben Betrachtungen noch schwarzes Blut im Darm und gelbliche, auf Eiwachstum hindeutende Färbung am Hinterleib. Am 25. 1. war eine Mücke tot, die noch Blut im Darm hatte, aber nicht mehr mit Erfolg seziert werden konnte. An diesem Tage kamen nun die Tiere aus der Kälte heraus in mäßig warme Temperaturen (ca. 20°—22°). Am 26. 1. fanden sich fünf Gelege, am 28. noch ein weiteres.

Überblicken wir die Ergebnisse der Versuche mit *Culex pipiens*, so zeigt sich, daß die ♀ dieser Art aus Laboratoriumszuchten auch noch im Herbst nach einmaliger Blutmahlzeit zur Eiablage schreiten können. Ebenso verhalten sich schon einige Zeit in kühlen Räumen aufbewahrte Stücke der Laboratoriumszuchten und die bereits aus natürlichen Winterquartieren (Kellern) gesammelten ♀, nachdem sie in der Wärme zur Aufnahme einer Blutmahlzeit bewogen werden konnten.

Und weiterhin wurde dasselbe Ergebnis mit Mücken erzielt, die erst mitten im Winter, im Januar, ihren Winterverstecken entnommen wurden.

Bei genügend hohen Temperaturen geht die Eireifung ebenso rasch und glatt von statten wie im Sommer. Werden die mit Blut gefütterten Weibchen aber kühl gehalten, so erfahren Blutverdauung und Eireifung Verzögerungen sozusagen im selben Tempo. Folgen einem solchen Aufenthalt aber Temperaturerhöhungen, dann machen Verdauung und Eireifung sofort wieder Fortschritte, und auch solche ursprünglich durch Kälte gebremsten Tiere können dann noch zur Eiablage schreiten.[1]) Es ist zwar bemerkenswert, daß längere Zeit kalt gehaltene Tiere anscheinend geringere Zahlen von Eiern heranbilden, und daß bei einzelnen Individuen ein beträchtliches Eiwachstum unterbleiben kann.

Im ganzen aber erhält man den sicheren Eindruck, daß bei *C. p.* nicht wie bei *An. mac.* mit Eintritt in die Überwinterung das aufgenommene Blut in anderer Weise verwendet wird als im Sommer. Jede Blutnahrung von *C. p.* kann dem Eiwachstum dienen. Der stark entwickelte Fettkörper der *C. p.*-♀ verdankt daher seine Entstehung vermutlich nicht einer herbstlichen Blutmahlzeit oder wiederholten Blutmahlzeiten. Er dürfte auf andere Weise entstanden sein, wahrscheinlich durch Verwendung von Reservematerial, das während des larvalen Lebens angesammelt wurde. (Vgl. die Diskussion durch Wesenberg-Lund über diesen Gegenstand!) Auch La Face spricht sich gegen die Ansicht aus, Blutmahlzeiten könnten den winterlichen Fettkörper erzeugen. Sie glaubt jedoch, daß das Trinken zuckerhaltiger Säfte die Anhäufung von Fett in den Wintertieren bewirkt habe. — Allerdings berichtet R. Vogel aus Württemberg, daß *C. p.* dort gleich nach Beziehen des Winterquartiers den Menschen zuweilen außerordentlich energisch angreift.

Da sich in den in den Kellern überwinternden *C. p.* nur kleine Eierstöcke mit nicht heranwachsenden Eizellen finden lassen, muß man schließen, daß diese Mücken entweder Tiere sind, die sich während des sommerlichen Lebens noch ihrer reifen Eier durch Ablage restlos entledigt haben, und die dann ohne weitere Blutaufnahme in die Winterquartiere gegangen sind, oder daß es wahrscheinlich (mindestens zum größten Teil) Tiere sind, die erst im Herbst aus Larven geschlüpft sind, sich noch begattet

[1]) Zu ähnlichen Ergebnissen ist, wie ich erst nach Vornahme meiner Versuche feststellen konnte, La Face bereits 1925 gelangt.

haben,[1]) aber wohl infolge der kühleren Herbsttemperaturen bereits nicht mehr sauglustig werden und vor der Kälte in den Winterverstecken, vorwiegend in den Kellern, Schutz suchten.

Bei *C. p.* besteht im Gegensatz zu *An. mac.* kein Grund, die Überwinterung nicht als eine ausschließliche Folge des jahreszeitlichen Temperaturabfalles anzusehen. Die Überwinterung von *C. p.* kann nicht in dem Maße, wie Roubaud will, als obligatorisch betrachtet werden; denn es gelingt leicht bei genügender Wärme, die Mücken zur Blutaufnahme zu bewegen nnd damit durch die oben gezeigte zwangsläufige Verbindung von Blutausnutzung und Eiwachstum die Fortpflanzung in Gang zu bringen.

Über den Einfluß von Temperaturerhöhungen auf die Weckung der Sauglust bei winterlichen *C. p.*-♀ haben kürzlich Nieschulz und Bos systematisch Versuche angestellt, auf Grund derer sie sich im Einklang mit den Ergebnissen von de Boissezon und von Peus auch dahin aussprechen, daß bei *C. p.*-♀ keine obligatorische Entwicklungshemmung während des Winters vorliegt. Nach ihren Ergebnissen hat die Stimulierung winterlicher Mücken durch Wärme vor allem die Aufgabe, den winterlichen Fettkörper, dessen Vorhandensein einer normal starken Sauglust entgegensteht, rasch abzubauen.

Zusammenfassung von Kapitel I.

Die Verwendung aufgenommenen Blutes durch *Anopheles maculipennis*-♀, die im Beginn oder mitten in der Überwinterung standen, wurde bei verschiedenen Temperaturen verfolgt. Das aufgenommene Blut wird bei kühlen Temperaturen von den Mücken des Herbstes und frühen Winters fast ausschließlich zum Aufbau eines starken Fettkörpers verwandt. Bei hohen Temperaturen kann jedoch — sowohl im Beginn wie auch inmitten der Überwinterung — ein beträchtliches Wachstum der Eierstöcke einsetzen; durch wiederholte Blutmahlzeiten kann es bei hohen Temperaturen zur Eiablage kommen. Die Versuche zeigen, daß die von verschiedenen Autoren gekennzeichneten, einander gegenüberstehenden Verhältnisse der „Hibernatio“ und der „Semihibernatio“, die für klimatisch verschiedene Regionen charakteristisch sind, in der Tat durch unterschiedliche Temperaturverhältnisse bedingt werden können. Da es aber auch bei sehr hohen Temperaturen mit einer oder wenigen Blutmahlzeiten nie zu einer raschen Eiausbildung bei allen Tieren kommt, dokumentieren auch diese Laboratoriumsversuche, daß eine aus irgendwelchen unbekannten Gründen obligatorische Lockerung des Zusammenhanges von Blutverdauung und Eireifung die Wintertiere charakterisiert.

---

[1]) Ich habe wiederholt aus überwinternden *C. p.*-♀ von verschiedenen Örtlichkeiten die Spermatheken herauspräpariert und mit dem Deckglas gequetscht. Ich fand sie stets mit Samen gefüllt.

Bei *Culex pipiens* kann das aufgenommene Blut hingegen stets zum Wachstum der Eier verwandt werden. Selbst bei niederen Temperaturen schreitet nach aufgenommenen Blutmahlzeiten die Eibildung, wenn auch in entsprechend langsamem Tempo, vorwärts.

II. Eiablagen von *Culex pipiens* ohne vorhergehende Blutmahlzeit.

Die obigen Versuche über die Überwinterung von *Culex pipiens*-♀ ergaben, daß bei *C. p.* im Gegensatz zu *An. maculipennis* die Tiere in allen Jahreszeiten leicht veranlaßt werden können, Eier auszubilden und zur Ablage zu bringen. Diese leichte Fähigkeit zur Eibildung zeigt sich auch in der nun schon von mehreren Autoren mitgeteilten Tatsache, daß *C. p.*-♀ Eier reifen können, ohne daß sie einer Blutmahlzeit bedurft hätten. Da meine Beobachtungen nichts bringen, was sich wesentlich von den Feststellungen von de Boissezon, Huff und den Ergebnissen Roubauds, soweit sie den reinen Tatsachenbefund betreffen, unterscheiden würde, verzichte ich darauf, meine Beobachtungen hier im einzelnen wiederzugeben. Ich stellte größere Versuchsreihen über den Gegenstand an und habe im ganzen gegen 1500 Gelege, die ohne vorausgegangene Blutnahrung abgesetzt wurden, gezählt.

Die Ergebnisse meiner Versuchsreihe lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Eiablage ohne Blutnahrung gelingt nicht, wenn die Larven bei knapper Ernährung groß gezogen wurden; sie geht nur von statten, wenn die Larven sehr reichlich ernährt worden waren. Ich verwandte Aufzucht in Heuaufgüssen, in welchen zuweilen mit etwas „Piszidin" nachgefüttert wurde, und Aufzucht in reinen Heuaufgüssen.

2. Der Gedanke, daß die Befähigung zur Eiablage ohne Blutnahrung durch reichliche Larvenfütterung besonders gut dann erreicht würde, wenn die Larvenzucht möglichst langsam, also bei kühler Temperatur geschähe, erwies sich als unrichtig. Gerade die in warmen Räumen (bei ca. 28° u. ca. 22°) stehenden Aufzuchten ergaben bei reichlicher Ernährung Imagines, die meistens sämtlich Gelege ohne vorherige Aufnahme einer Blutnahrung absetzten.

3. Eiablagen ohne vorherige Blutnahrung konnten durch entsprechende Larvenaufzucht sowohl während winterlicher Generationsfolgen in erwärmten Räumen, wobei sie zuerst beobachtet und studiert wurden, als auch während sommerlicher Generationsfolgen beobachtet werden.

4. Die Zahl der Eier in ohne Blutmahlzeit erzeugten Schiffchen ist eine verhältnismäßig kleine. Einmal zählte ich z. B. in 6 Gelegen 27, 45, 70, 48, 140 und 174 Eier, ein andermal in 8 Gelegen 25, 31, 31, 40, 42, 47, 50 und 52 Stück, während die Eizahl in normal mit Blutnahrung erzeugten Schiffchen bekanntlich 200—300 betragen kann. Auch Roubaud und Toumanoff bemerken, daß die ohne Blutaufnahme gebildeten

Gelege gewöhnlich nur aus 40—80 Eiern, zuweilen aus noch weniger bestehen, daß solche Gelege ein bruchstückhaftes Aussehen und nur ein Viertel der Größe eines normalen Schiffchens haben.

5. Die Larven aus Gelegen, die ohne vorherige Blutnahrung abgesetzt waren, entwickelten sich normal.

6. Es können sich mehrere (beliebig viele ??) Generationen folgen, die bei entsprechender Larvenaufzucht Eier ohne vorausgehende Blutmahlzeit ablegen. Roubaud hat über 20 Generationen ohne Blutnahrung erhalten.

7. Die Eiausbildung ohne Blutnahrung kann nur auf Kosten der aus dem Larvenleben stammenden Reservestoffe vor sich gehen. Ob Zuckerwasser oder keinerlei Nahrung den Imagines geboten wird, ist für den Erfolg nicht wesentlich.

8. Ein Weibchen kann nur ein Gelege ohne vorhergegangene Blutnahrung erzeugen. Erhält ein Weibchen, das bereits ein solches Gelege abgesetzt hat, keine Blutnahrung, so stirbt es nach kürzerer oder längerer Zeit, ohne ein zweites Mal gelegt zu haben (Beobachtungen an in Einzelhaft gehaltenen Mücken). Bekommt aber ein solches ♀ nun eine Blutmahlzeit, so schreitet es in normaler Weise zu einer 2. Eiablage, der mit Blutnahrung noch weitere folgen können.

9. Die Eiablage ohne vorherige Blutnahrung konnte bei Mücken verschiedener Herkunft beobachtet werden. Zuerst wurden sie von Herrn cand. phil. Teubner bemerkt bei der Nachzucht von Material aus einem Kinderkrankenhaus. — Dort entwickelten sich die Larven in Grundwasser-Ansammlungen, die innerhalb des Hauses durch Schächte mit der Oberwelt in Verbindung stehen. Die Mücken verursachten bei den kleinen Patienten und zum Teil auch beim Pflegepersonal eine empfindliche Plage, bis für genügende Larvenbekämpfung und Abdichtung der Schächte gesorgt wurde. — Ich habe dann nicht nur mit diesem „Krankenhausstamm", sondern auch mit Mücken aus bereits vorhandenen Laboratoriumszuchten, bei denen sich seither Eiablagen ohne Blutnahrung nicht gezeigt hatten, in systematisch geführten Versuchsreihen durch entsprechende Larvenaufzucht Eiablagen ohne vorherige Blutnahrung erhalten können. Da Eiablagen ohne vorausgehende Blutnahrung nun auch schon an vielen Orten beobachtet sind (de Boissezon in Frankreich, Roubaud ebenfalls dort und Huff in Amerika), spricht nichts für die Annahme Roubauds, daß das Vermögen zur Eiablage ohne Blutnahrung eine Rasseneigentümlichkeit wäre.

III. Über den Wärmesinn der *Culex pipiens*-♀ bei der Eiablage.

Eingangs einer Arbeit „Über den Wärmesinn der Stechmücken bei der Eiablage" habe ich kürzlich zahlreiche Beobachtungen über die Ökologie der Culiciden zusammengestellt, die besagen, daß die Larvenbiotope verschiedener Arten häufig durch die Wassertemperatur charakterisiert

sein können. In bestimmter Versuchsanordnung hat dieses aus ökologischen Beobachtungen vieler Autoren gezogene Fazit experimentell für *Anopheles maculipennis* und *An. bifurcatus* erhärtet werden können. Das Hauptergebnis meiner Laboratoriumsversuche, in welchen den trächtigen Mückenweibchen gleichzeitig Wasserschalen von konstant gehaltenen, verschiedenen Temperaturen angeboten wurden, war folgendes:

An. maculipennis legte seine Eier nie über 32°—34° ab, verhältnismäßig selten unter 20° und nur ausnahmsweise unter 15°. Das engere Vorzugsgebiet lag zwischen 22° und 29°. Der Mittelwert dürfte schätzungsweise bei ca. 26° liegen. *An. bifurcatus* zieht hingegen für die Eiablage wesentlich kühleres Wasser vor als *maculipennis*. Temperaturen von 12°—20° erhielten die beste Belegung; 25° wurde bereits völlig gemieden, zwischen 9° und 12° sehr schwache Belegung, bei noch kälteren Temperaturen keine Belegung. Versuche mit *Stegomyia fasciata* ergaben ebenfalls ein Temperatur-Vorzugsgebiet für diese Art (zwischen 20° und 30° gelegen), dessen Grenzen allerdings viel weniger scharf gezogen sind, als die für die geprüften Anophelen.

Ich habe nun Versuche mit *Culex pipiens* folgen lassen. Bezüglich der Versuchsanordnung (Beheizung der Eiablageschalen mit Glasrohrspiralen, die von verschieden warmen oder kalten Wasserströmen durchflossen werden) verweise ich auf die ausführliche Schilderung in der zitierten ersten Arbeit. Im folgenden bedeutet wiederum W eine Schale, die erwärmt, K eine, die gekühlt wurde; W_1, W_2 usw. bedeuten verschiedene Wärmestufen. In den Tabellen sind unter den Zahlen der vorgefundenen Gelege, die bei dem betreffenden Datum in der 1. Zeile verzeichnet sind, immer die Maxima- und Minima-Temperaturen der Ablagenächte angegeben. Auch die Temperaturen der nicht belegten Gegenschalen sind stets verzeichnet.

Versuch 1.

(1931) am:	W_1	W_2	K
28. 1.	8	7	0
	29°—31°	25°—27°	12°—13°
29. 1.	6	0	0
	29°—31°	24,5°—26°	12°—13°
30. 1.	11	1	0
	27°—31°	23°—29°	10°—14°
31. 1.	7	10	0
	29°—30°	25°—27,5°	11°—13°
2. 2.	6	11	0
	28°—30°	24°—27°	10°—13°
5. 2.	1	0	1[1])
	27°—29°	23°—25°	11°—14°
Zusammen	39 = 56,5 %	29 = 42 %	1 = 1,5 % = insgesamt 69 Eigelege
Zwischen	27°—31°	23°—27° (—29°)	10°—14°

[1]) Gelege besteht nur aus 20 Eiern. Mücke ertrunken.

Dieser 1. Versuch lehrt bereits, daß warme Temperaturen, etwa zwischen 25°—30°, gegenüber sehr kalten Temperaturen, etwa um 12° bis 13° herum gelegen, eindeutig (zu 100%) bevorzugt werden. Temperaturen um 29° herum scheinen gegenüber solchen um ca. 25° einen schwachen Vorzug zu besitzen.

Versuch 2.

(1931) am:	W_1	W_2	W_3
10. 2.	0 33°—37°	0 28°—32°	3 16°—20°
11. 2.	0 30°—35°	2 26°—30°	4 19°—21°
12. 2.	3 30°—40°	4 26°—34°	15 19°—20,5°
13. 2.	0 34°—35°	0 29°—31°	5 19,5°—21°
14. 2.	0 33,5°—36°	3 28°—32°	6 17°—21°
16. 2.	0 31°—34°	0 28°—30°	4 16°—18°
17. 2.	0 32° -34°	0 27°—29°	3 16°—17°
18. 2.	1 32°—34°	0 26,5°—29°	4 18°—21°
19. 2.	1 32°—34°	0 26,5°—28,5°	10 18,5°—21°
20. 2.	0 32°—33°	0 25°—28°	3 19°—21°
Zusammen	5 = 7%	9 = 13%	57 = 80% = insgesamt 71 Gelege
Zwischen	31°—34°	26°—31°	17°—21°

Der 2. Versuch zeigt das beinahe völlige Meiden einer zu hohen Temperatur, etwa um 34° herum, gegenüber Temperaturen zwischen 20° und 28°. Etwas auffallend und im Widerspruch zu den Ergebnissen des vorigen und vor allem zu denen des folgenden, durch größere Zahlen mehr beweisenden Versuches ist die Bevorzugung der etwa 20°-Temperatur gegenüber der W_2-Temperatur von ca. 28°.

Versuch 3.

(1931) am:	W_1	W_2	W_3
21. 2.	1 27,5°—29°	0 24°—26°	0 21°—23°
24. 2.	2 27,5°—31°	0 24,5°—28°	2 22°—24°
25. 2.	3 27°—30°	0 23°—25,5°	0 20,5°—23°
26. 2.	1 29°—30°	0 25°—26°	0 23°—24°
27. 2.	0 27°—31°	1 23°—28°	0 20,5°—25°
28. 2.	5 24,5°—31°	0 20°—27°	1 16°—24°

(1931) am:	W_1	W_2	W_3
2. 3.	5 27°—30°	0 23°—27°	2 22°—25°
3. 3.	0 25°—30°	0 22°—28°	1 20°—26°
5. 3.	0 26°—32°	1 22°—29°	0 20°—26°
9. 3.	1 27°—30°	2 24°—27°	1 22°—25°
10. 3.	0 26°—30°	1 23°—26°	0 21°—24°
11. 3.	8 26°—30°	2 22°—27°	0 20°—25°
12. 3.	1 26°—29°	0 23°—26°	0 21°—23°
14. 3.	1 26°—30°	0 23,5°—27°	0 21°—24°
16. 3.	19 26°—29°	0 22°—25°	0 20°—23°
18. 3.	0 25°—28°	1 21°—25°	0 19°—23°
19. 3.	3 26°—29°	1 22°—25°	0 19°—23°
20. 3.	2 27°—31°	0 25°—27°	0 21°—25°
21. 3.	8 26°—31°	0 22°—27°	1 20°—24°
23. 3.	25 26,5°—31,5°	2 23°—27°	1 19,5°—24°
24. 3.	2 28°—33,5°	1 26,5°—29°	1 22,5°—27,5°
25. 5.	6 27°—32°	2 19,5°—23°	2 18°—24,5°
26. 3.	8 25,5°—29,5°	0 19,5°—26,5°	5 19°—23,5°
27. 3.	1 26°—33°	1 21°—28,5°	1 19,5°—27°
Zusammen	102 = 75,6%	15 = 11,1%	18 = 13,3% = insgesamt 135 Gelege
Zwischen ca.	26°—30°	ca. 22°—25°	ca. 20°—23°

Der 3. Versuch zeigt die deutliche Bevorzugung der ca. 28°-Temperaturen gegenüber Temperaturen um 24° und solchen wenig über 20°. Zwischen den beiden zuletzt genannten Stufen zeigt sich in der Stärke der Belegung kein Unterschied.

Als Gesamtergebnis der 3 Versuche darf man feststellen: Die *C. p.*-♀ meiden, wenn ihnen bei der Eiablage Wasser verschiedener Temperatur geboten wird, über ca. 32° und unter ca. 18° fast völlig und setzen ihre Gelege in Wasser zwischen 20° und 30° ab. Innerhalb dieser Temperaturdekade ist die obere Hälfte wohl meist die bevorzugte Zone. Aus Versuch 3 mit den 3 nahe beieinander liegenden Temperaturstufen dürfte man ca. 28° als Vorzugstemperatur für die Eiablage herauslesen können.

Daß aber andererseits sogar die Grenzen des weiteren Vorzugsgebietes, 20° und 30°, von *C. p.* verhältnismäßig noch leicht überschritten werden, habe ich schon in meiner ersten Veröffentlichung auf Grund einiger weniger, nur vorläufig orientierender Versuche mit *C. p.* erwähnt. Ich konnte damals von *Stegomyia fasciata* Ähnliches im Gegensatz zu den beiden geprüften Anophelen (*maculipennis* und *bifurcatus*) berichten. Die gewisse Labilität in der Temperaturreaktion des eierlegenden *C. p.*-♀ äußerte sich nun diesmal auch in der Bevorzugung der Temperaturen wenig über 20° gegenüber einer ca. 25°—30°-Temperatur im Versuch 2. Dieses schwankende Verhalten in der Temperaturreaktion des trächtigen *C. p.*-♀ kann nicht durch verschieden hohe Temperatur der umgebenden Luft erklärt werden; denn die Durchschnittstemperatur in dem betreffenden Raum war während der drei Versuche die gleiche, ca. 21°.

Immerhin ist es sogar überraschend, daß ein noch verhältnismäßig stark ausgebildeter Wärmesinn sich bei der Eiablage in den Versuchen zu erkennen gibt; denn bei der Auswahl der Entwicklungsplätze in der freien Natur dürfte er in feinerer Ausprägung für die *C. p.*-♀ kein allzu oft gebrauchter Führer sein. Die vorzugsweise in Wasserfässern, kleinen Schmutztümpeln, Abwassergräben u. dgl. befindlichen Entwicklungsplätze der *C. p.*-Larven sind wohl kaum in dem Maße wie etwa die Fundstellen von *An. bifurcatus* und *An. maculipennis* durch Temperaturgrenzen charakterisiert. Man bekommt also, wenn man die in den Experimenten mit *C. p.* sich äußernden Fähigkeiten des Wärmesinnes betrachtet, fast den Eindruck, daß dieses Sinnesvermögen beinahe über das ökologisch-notwendige Maß hinaus ausgebildet ist. Ja, selbst bei den Anophelen, die hinsichtlich der Brutplatzauswahl differenziertere Ansprüche stellen, könnte dies auch der Fall sein; ich darf aus meiner früheren Arbeit nochmals wiederholen, daß *An. mac.* bei uns im Frühjahr wohl Temperaturen belegt, die sich unter den Bedingungen des Auswahlexperimentes oft als beträchtlich unter der Vorzugstemperatur gelegen erwiesen hätten.

Zu meinen Versuchsergebnissen über den bei der Eiablage sich zeigenden Wärmesinn von *C. p.* scheint bei oberflächlicher Betrachtung ein Versuchsresultat von Kirkpatrick im Widerspruch zu stehen. Derselbe hatte Wasserschalen auf einer Aluminiumbank, deren eines Ende erwärmt und deren anderes gekühlt wurde, aufgestellt. Die Temperaturen und die Gelegeverteilung, die er in den 12 Schälchen fand, folgen in Reihen verzeichnet:

Temperaturen:											
16–17	17–18	18–19	19–20	20–21	21–22	22–23	23–24	24–25	25–26	26–27	27–28
Zahl der Gelege:											
1	1	1	3	2	6	10	1	3	1	0	1

Kirkpatrick glaubt, den Eier legenden *C. p.*-♀ eine entschiedene Vorliebe für Temperaturen von 21°—23° zusprechen zu dürfen; ich glaube hingegen, daß dieser Schluß aus seinen Ergebnissen nicht gezogen werden

darf. Am stärksten belegt wurden die Schälchen gerade in der Mitte der Bank; sollte da nicht einfach die räumliche Anordnung der Schalen, die Mehrzahl der Mücken zur Eiablage gerade in der Mitte der Eiablagegelegenheiten geführt haben?[1]) Dann müßte man aber aus Kirkpatricks Zahlen allein den Schluß ziehen, ein Wärmesinn spiele bei der Eiablage von *C. p.* keine Rolle.

Dies mag in beschränktem Maße innerhalb der Temperaturdekade von 20°—30° gelten. Eine wohl meist vorhandene geringe Vorliebe gerade für die obere Hälfte dieser Dekade ist in Kirkpatricks Versuch wahrscheinlich durch anderweitige Einflüsse (räumliche Anordnung der Schälchen) nicht zur Geltung gekommen. Der auch bei *Culex pipiens* entschieden ausgesprochene Wärmesinn hätte sich Kirkpatrick wahrscheinlich in anderer Weise deutlich gezeigt, wenn er extreme Temperaturen in seinen Versuchen mitbenutzt hätte, die nach unseren Ergebnissen dann vielleicht ganz oder zum großen Teil gemieden worden wären.

Kirkpatrick zitiert auch die Arbeit von Sharma und Sen, die für andere *Culex*-Arten eine Bevorzugung beträchtlich wärmerer Temperaturen festgestellt hatten. Ich habe die Arbeit von Sharma und Sen bereits in meiner ersten Studie über den Wärmesinn bei der Eiablage kritisch gewürdigt.

Um Störungen der Versuchsergebnisse durch irgendwelche unbekannten gerichteten Reize bei der Eiablage auszuschließen, habe ich im Laufe der Versuchsreihen die Stellung der beiden oder der drei Ablageschalen mehrfach ausgetauscht.

Nachdem sich in den Versuchen mit reinem Wasser auch für *Culex pipiens* die Bevorzugung gewisser Temperaturgrenzen bei der Eiablage gezeigt hatte, trat ich der Frage näher, welche Rolle spielt die Temperaturreaktion des eierlegenden Weibchens im Vergleich zu anderen Anziehungskräften bestimmter Gewässerarten? Als weitere Anziehungs- und Abschreckungskräfte dürften vor allem chemische Reize in Frage kommen, Anziehungskräfte vielleicht gerade in besonderem Maße für *Culex pipiens*, der zuweilen erheblich schmutziges, ja manchmal ziemlich stark faulendes Wasser belegt.

Versuch 4. Um mich über die Rolle des Temperaturfaktors im Vergleich zu chemischen Faktoren etwas orientieren zu können, gab ich in den Käfig 2 Schalen mit ziemlich fauligem, hellbraunem Wasser, das ich aus einer stark faulenden Heuinfusion durch Verdünnung derselben erhalten hatte, und eine Schale mit reinem Leitungswasser. Letztere (W_2) beheizte ich auf eine konstante, für die Eiablage etwa optimale Temperatur von ca. 29°. Den Faulwasserschalen gab ich dagegen eine ebenfalls einigermaßen konstante „Zu-heiß-Temperatur" von meist über 35° (W_1) und eine „Zu-kalt-Temperatur" von ca. 12°—14° (K).

[1]) Mindestens fehlt ein Gegenversuch mit „optimalen" Temperaturen an den Enden der Bank und mit 16° oder mit 28° in der Bankmitte.

Tabelle zu Versuch 4.

(1931) am:	W_1 Faulwasser	W_2 Reines Wasser	K Faulwasser
31. 3.	5 31°—41°	0 26°—30°	1 13°—17°
7. 4.	11 32°—36°	2 28°—32°	0 12°—17°
8. 4.	6 33°—37°	1 28°—30°	0 13°—15°
9. 4.	2 35°—41°	0 28°—34°	0 11°—19°
10. 4.	1 28°—40°	0 30°—33°	0 13°—15°
11. 4.	3 40°—43°	0 31°—34°	1 10°—16°
13. 4.	0 37°—42°	15 28,5°—32°	0 8°—12°
14. 4.	0 38°—41°	2 28°—31°	0 9°—13°
15. 4.	3 33°—41°	0 23,5°—32°	3 9°—12,5°
16. 4.	14 30° - 36°	1 22°—29°	0 9°—12°
	Zusammen 45 = 63,4%	21 = 29,6%	5 = 7% = insgesamt 71 Gelege.
	Bei ca. 35°	ca. 29°	ca. 12°—17°

W_1 und W_2 in gemeinschaftlicher Heizleitung (W_1 hatte eine dreischichtige, eng gewundene, W_2 eine einschichtige, weit gewundene Glasspirale) zeigten leider etwas schwankende, sich zum Teil mit ihren Grenzen nah berührende Temperaturen. Deutlich geht aber aus dem Versuch hervor, daß beide W-Schalen im Gegensatz zur Kalt-Schale gut belegt wurden. W_1 tat der Belegung von W_2 mit seiner optimalen Temperatur erheblichen Abbruch. Man wird daher vermuten dürfen, daß ein gut Teil Mücken durch die Ausdünstungen des warmen Faulwassers zu jener Schale geführt wurden, während K durch die niedrige Temperatur des Faulwassers keine erhebliche Geruchsausdünstungen als Lockmittel für die Eiablage aufzuweisen hatte. Die geringe Belegung von K im Gegensatz zu W_1 zeigt auch, daß optische Reize, nämlich die braune Wasserfarbe von K und W_1 gegenüber der Klarheit des W_2-Wassers in den vorliegenden Versuchen keine störende Rolle spielen. Für uns besonders wichtig ist es aber, daß es den Geruchsstoffen von W_1 keineswegs gelingt, alle trächtigen *C. p.*-♀ von W_2 wegzuführen; nach wie vor zeigt sich eine gewisse fesselnde Wirkung optimaler „Eiablage-Temperaturen", und die Bedeutung des Temperaturfaktors für die Eiablage darf auch weiterhin als wesentlich erachtet werden.

Versuch 5. Im vorhergegangenen Versuch war die Möglichkeit vorhanden, daß die starken Ausdünstungen von W_1 die Mücken nicht zu K mit seinen durch die niedrige Temperatur viel schwächeren Ausdünstungen gelangen ließen. Um eine Wirksamkeit solch' schwächerer Ausdünstungen

feststellen zu können, darf neben dem Reinwasser mit optimaler Temperatur nur K mit Faulwasser geboten werden.

Tabelle zu Versuch 5.

(1931) am:	W (Reinwasser)	K (Faulwasser)
20. 4.	1	0
	26°—30°	9°—13°
23. 4.	1	0
	27°—29°	11°—14°
24. 4.	1	0
	26°—29,5°	10°—14°
28. 4.	2	1
	25,5°—30°	10,5°—16°
29. 4.	13	5
	23°—27,5°	11°—14°
30. 4.	6	0
	25°—27°	12°—14°
2. 5.	3	3
	26°—34°	12°—15°
4. 5.	5	6
	23°—29°	13°—15°
5. 5.	0	8
	28°—31°	12°—16°
6. 5.	3	17
	26°—31°	12°—17°
7. 5.	3	0
	28°—30°	11°—14°
8. 5.	1	6
	28°—31°	13°—15,5°
9. 5.	1	2
	29°—30°	11°—14°
11. 5.	4	5
	29°—30,5°	12°—15°
12. 5.	0	4
	29,5°—31°	13°—17°
13. 5.	0	1
	29°—30°	13°—17°
Zusammen	44 = 43 %	58 = 57 % = insgesamt 102 Gelege
zwischen	ca 25°—30°	ca. 12°—16°

In der Tat zeigte sich also nun eine erhebliche Belegung von K. Nach W lockte die optimale Temperatur, nach K lockte Ausdünstung des Faulwassers; beide Kräfte hielten sich ungefähr die Waage.

Versuch 6. Es folgten nun (wegen technischer Schwierigkeiten — zu rasches Schmelzen des zur Kühlwassererzeugung bestimmten Eises — erst im Spätherbst) weitere Versuche mit noch stärker gekühlter „Kaltschale". Zunächst wurde, um eine Vergleichsbasis mit Mücken aus dieser Zeit zu haben, ein kurzdauernder ausschließlicher Reinwasserversuch unternommen.

Tabelle zu Versuch 6.

(1931) am:	W	K
30. 10.	1 28°—30°	0 7°—17°
31. 10.	14 28°—30°	0 6°—12,5°
2. 11.	11 29°—30°	1 7°—13°
Zusammen	26	1 = insges. 27 Gelege
Zwischen	28°—30°	6°—13° (—17°)

Versuch 7. Das fast vollständige Fehlen einer Belegung von ca. 6°—13° zeigte sich aber auch, wenn eine stark angefaulte Heuinfusion auf diese Temperaturstufe gekühlt wurde.

Tabelle zu Versuch 7.

(1931) am:	W (Reinwasser)	K Faulwasser
4. 11.	5 29,5°—30°	0 6°—14°
5. 11.	4 30°—31°	0 7°—15°
6. 11.	14 30°—30°	0 7°—14°
7. 11.	1 29°—30°	0 7°—13°
11. 11.	1 28°—30°	0 7°—14°
12. 11.	38 28°—30°	1 7°—16°
13. 11.	5 28°—31°	0 7°—10°
14. 11.	35 27°—30°	0 7°—17°
Zusammen	103	1 = insges. 104 Gelege
Zwischen	27°—31°	ca. 7°—13°

Die Maximum-Temperaturen von 14, 15, 16 und 17° in K, die in der obigen Tabelle verzeichnet sind, entsprechen nur kurzdauernden Spätnachmittags-Temperaturen. Es setzte dann mit fortschreitender Dunkelheit und abends zurückgehender Wärme des nur leicht geheizten, bei Tage aber zuweilen von der Sonne beschienenen Raumes Abkühlung ein, so daß wohl während der ganzen Nacht die Temperaturen stets nahe dem Minimum waren. Wir dürfen daher in K nächtliche Temperaturen um 10° herum annehmen und dürfen schließen, daß eine solche Temperatur, auch wenn sie in einer starken Heuinfusion vorhanden ist, von den trächtigen Weibchen nicht mehr belegt wird.

Inmitten des Versuches war einmal am 7./9. 11. Heizung und Kühlung der Ablageschalen absichtlich 2 Tage unterbrochen worden, und es ereigneten sich dementsprechend sofort neben 2 Eiablagen auf die Reinwasserschale 7 Ablagen auf der (durch die lange vorausgegangene Kälte nicht einmal mehr stark faulenden) Infusion; die Temperaturen in den Schalen betrugen 14°—18°. Am 11. 11. kam in K dann eine neue stärker faulende Brühe. Auf einem frischen, stark faulenden Heuaufguß konnte am 26. 11. ebenfalls eine starke Belegung (33 Gelege) verzeichnet werden, gegenüber einer Belegung des Reinwassers mit 12 Gelegen. Die Schalen hatten Temperaturen von 15°—18°.

Zu all den Versuchen mit faulender Heuinfusion ist zu bemerken, daß selbst in der Wärme stark angefaulte Infusionsbrühen bei den in den Versuchen verwandten Kühltemperaturen auch für unsere Nase kaum mehr rochen.

Es wurde darum versucht, stärkere Faulgerüche für „Kühltemperatur-Versuche" zu verwenden. Ich gebrauchte schwache Schwefelammonium-Lösungen, meistens eine 0,01 prozent. Lösung. Da diese Lösungen durch NH_3 und H_2S-Abgabe und zuweilen durch S-Ausscheidung sich rasch zersetzten, wurde am Morgen nach Eiablagen jeweils eine quantitative Analyse angeschlossen.[1])

Versuche bei gleichen Temperaturen (10°—19° u. 14°—19°) der Reinwasser- und der Geruchschale zeigten einmal eine Belegung mit 8 Eierschiffchen in der letzteren (0,01 % $(NH_4)_2S$-Gehalt) gegenüber Fehlen der Belegung der Reinwasserschale und ein andermal fanden sich während zweier Nächte 12 Gelege in der Geruchsschale gegenüber 2 in der Reinwasserschale; der $(NH_4)_2S$-Gehalt war in der Geruchsschale während dieser Zeit von 0,01 % allerdings bis auf 0 abgesunken.

Nie wurden aber auf 8° bis 12° gekühlte Geruchsschalen mit einem Gehalt von 0,003 %—0,01 % $(NH_4)_2S$ belegt, während im Reinwasser während dieser Zeit 4 mal Gelege (insgesamt 36 Schiffchen) bei Temperaturen von 27°—30° abgesetzt worden waren. Viel darf aus diesen paar Versuchen nicht geschlossen werden. Wir wissen bei der dauernd vor sich gehenden Zersetzung des Schwefelammons nichts über die wirkliche, zur Zeit der Eiablage vorhandene Gasspannung und wissen nicht, ob die Grenzen für Anlockung und Abschreckung durch solche Gase nicht sehr nahe beieinander liegen. Immerhin zeigte sich auch in diesen Versuchen ein Einfluß des Temperaturfaktors.

Zusammenfassung von Kapitel 3.

Culex pipiens-♀ belegten, wenn ihnen zur Eiablage gleichzeitig Schalen von verschiedenen aber annähernd konstant gehaltenen Wassertemperaturen angeboten wurden, vorzugsweise die Temperaturen zwischen 20° und 30°, meist die oberen Grade dieser Temperaturstufe, fast nie dagegen Temperaturen über 32° oder unter 18°. Auch gegenüber chemischer Anlockung (durch Faulwasser aus Heuinfusionen oder durch sehr schwache Schwefelammon-Lösungen) machte sich der Temperaturfaktor sehr geltend. Allerdings taten Faulwasserschalen mit verhältnismäßig hohen und verhältnismäßig niederen Temperaturen, die sonst als Reinwassertemperaturen stark gemieden werden, der Belegung von Reinwasserschalen mit annähernd optimalen Temperaturen immerhin erheblichen Abbruch.

Literatur.

Balfour, M. C (1928), Studies on the bionomics of North American Anophelines. Winter activities of Anophelines in Coastal North Carolina. Amer. Journ. Hyg. 8, 68—76.

Barber, M. A., Komp, W. H. W., und Hayne, T. B. (1924), Some observations on the winter activities of Anopheles in Southern United States. U. S. Publ. Health Rep. 39, Nr. 6, 231—246.

de Boissezon, P. (1929), Remarques sur les conditions de la reproduction chez *Culex pipiens* L. pendant la période hivernale. Bull. Soc. Path. Exot. 22, 549—553.

[1]) Herrn Dr. Oesterlin von unserer Chemischen Abteilung bin ich für die Ausführung desselben zu Dank verbunden.

de Boissezon, P. (1920), Expériences au sujet de la maturation des oeufs chez les Culicides. Bull. Soc. Path. Exot. 22, 683–689.

— — (1930), Contribution à l'étude de la biologie et de l'histophysiologie de *Culex pipiens* L. Arch. Zool. exp. et générale 70, 281—431.

Boyd, M. F. (1927), Studies on the bionomics of North American Anophelines. 1. The number of annual broods of *Anopheles quadrimaculatus*. Amer. Journ. Hyg. 7, 264–275.

— — (1930), Studies on the bionomics of North American Anophelines. VI. Some observations on Imagines. Amer. Journ. Hyg. 12, 449—466

— —, und Weathersbee, A. A. (1929), Studies on the bionomics of North American Anophelines. V. Winter activities of Anopheline Imagines in Coastal North Carolina (36° N. Lat.). Amer. Journ. Hyg. 9, 682—694.

de Buck, A., Schoute, E., und Swellengrebel, N. H. (1928), Studien über den Anophelismus ohne Malaria in der Umgebung Amsterdams. Zentralbl. Bakt. I. Orig. 109, 251—284.

— — (1929), Zur Kenntnis des Anophelismus ohne Malaria in dem Küstengebiete der Niederlande. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 33, 619–631.

de Buck und Swellengrebel, Das Vorkommen von zwei verschiedenen Rassen des *Anopheles maculipennis*, als Erklärung des Anophelismus sine Malaria in den Niederlanden. Verh. D. Zool. Ges. 1931, S. 255.

de Buen, S. (1922), Algunas observaciones sobre la biología del *Anopheles claviger* F. en Talayuela (Cálceres). Bol. Soc. Espaü. Hist. Nat. Madrid 22, 284—294.

— —, und de Buen, E. (1930), Notas sobre la biología del *Anopheles maculipennis*. Medicina de los paises cálidos 3, 385—393.

Bragina, A. (1925), Über die Biologie von *Anopheles maculipennis* (serbisch, Dtsch. Zusf.). Zeitschrift?

La Face, L. (1926), Ricerche sulla biologia del *Culex pipiens*. L'Alimentazione et l'ibernamento. Riv. Malariologia 5, 132–156.

Falleroni, D. (1926), Nota sulla biologia dell'*Anopheles maculipennis*. Riv. Malariologia 5, 353—380.

— — (1926), Fauna anofelia italiana e suo „habitat". Riv. Malariologia 5, 553.

Freeborn, St. B. (1921), The seasonal history of *Anopheles occidentalis* D. u. K. in California. Journ. Econ. Entom. 14, 415–421.

Grassi, B. (1921), Osservazoni sulla biologia degle Anofeli. Ann. d'Igiene, Roma 31, 6, 329—349.

— — (1923, I), Nuovi contributi alla biologia degli anofeli. Atti R. Acad. Naz. Lincei, Rend. Classe Sci. fis. matemat. e nat. 32, 373—375.

— — (1923, II), Nuovi contributi alla biologia degli anofeli. Atti R. Acad. Naz. Lincei. Rend. Classe Sci. fis. matemat. e nat. 438–442.

Hecht, O. (1931), Über den Wärmesinn der Stechmücken bei der Eiablage. Rivista di Malariologia, Anno 9, 1930, Nr. 6, 706–724, Rom 1931, und gekürzte Mitteilung in: Verhandl. Deutsch. Ges. f. angew. Entom., 8. Versammlung zu Rostock 1930, S. 26 bis 29. Berlin, Verlag Paul Parey, 1931.

Herms, W. B. (1929), Anopheline mosquito investigations in California. Transact. IV th Intern. Congr. Entom. Ithaca, August 1928, Vol. II, 708—721.

Huff, C. G. (1929), Ovulation requirements of *Culex pipiens*. Biol. Bull. Woods Hole Mass. 56, 347—350.

Kirkpatrick, T. W. (1925), The mosquitoes of Egypt (224 S.). Government Press, Cairo.

Kligler, J. J. (1924), Notes on the hibernation of Anopheles Mosquitos in Palestine. Bull. Ent. Res. 14, 403–407.

Martini, E. (1930), Über Stechmücken, besonders deren europäische Arten und ihre Bekämpfung (267 S.). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg 24, Beih. 1, Leipzig, J. A. Barth.

— — (1923), Lehrbuch der medizinischen Entomologie (462 S.). Jena, G. Fischer.

Martini, E. (1925), Über Anopheles-Zucht (mit einigen Anopheles-Beobachtungen). Zentralbl. f. Bakt., I. Abt. Orig., 95, 452—460.
— — (1931), „Culicidae", (398 S.) in: Lindners Handbuch der paläarktischen Dipteren. Stuttgart, E Schweizerbart.
— — (1931), Die Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis*. Ein kritisches Sammelreferat. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 707—733.
— —, Missiroli, A., und Hackett, L. W. (1931), Versuche zum Rassenproblem des *Anopheles maculipennis*. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 35, 622—643.
Mer, G. (1931), Notes on the bionomics of *Anopheles elutus* Edw. (Dipt., Culic.). Bull. ent. Res. 22, 137—145.
Nieschulz, O., und Bos, A., Einige Versuche mit überwinternden Exemplaren von *Culex pipiens*. Centralbl. f Bakt., Abt II, Orig., 84, 364—368.
Peus, Fr. (1930), Zur Biologie der Hausmücke *Culex pipiens* L. während der Wintermonate. Z. Desinf., Gesundheitswesen 22, 410—414.
Roubaud, E. (1923), Les désharmonies de la fonction renale et leurs conséquences biologiques chez les moustiques. Ann Inst. Pasteur, Paris 37, 627—679.
— — (1929), Cycle autogène d'attente et générations hivernales suractives inapparentes chez le Moustique commun *Culex pipiens* L. C. R. Ac. Sci., Paris 188, 735—738.
— — (1930), Sur l'existence de races biologiques genetiquement distinctes chez le Moustique commun *Culex pipiens*. C. R. Acad Sci., Paris 191, 1386—1388.
— —, und Toumanoff (1930), Sur une race physiologique suractive du Moustique commun, *Culex pipiens*. Bull. Soc. Path. Exot. 23, 196—201.
Sella, M. (1920), Relazione della Campagna antianofelica di Fiumicino (1919) con speziale riguardo alla biologia degli Anofelii ed agli anofeli infetti. Seconda relazione della lotta antimalarica à Fiumicino (Roma). Suppl. Ann. di Igiene, Roma 30, 81—314.
— — (1921, I), The antimalarial campaign at Fiumicino (Rome) with epidemiological and biological notes. Internat. Journ. Publ. Health, Geneva 1, 316—343.
— — (1921, II), *Anopheles claviger:* Observations on its distribution in relation to domestic animals and its movements during hibernation. Internat. Journ. Publ. Health, Geneva, 2, 605—616.
Vogel, R. (1929), Zur Kenntnis der Stechmücken Württembergs. I. Teil. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkd. in Württemberg 85, 258—277.
Wesenberg-Lund, C. (1920/21), Contributions to the biology of the Danish Culicidae (210 S.). København, A. F. Høst & Søn.

Kleine Mitteilungen.

Das Reiszünslerproblem in China.[1])

Von Pang Hwa Tsai, München.[2])

(Mit 5 Diagrammen.)

Unter den verschiedenen Reisschädlingen Chinas, deren es über hundert Arten gibt, spielen eine Reihe von *Fulgoriden*, *Jassiden*, *Pentatomiden* und *Acrididen* eine gewisse Rolle. In Südchina (Tschekiang-Prov.) verursacht zuweilen *Hispa similis* Ulm. — eine *Chrysomelide* — erhebliche Verluste. Am schwersten geschädigt aber wird der Reisbau ganz Chinas durch das Auftreten zweier Pyraliden-Arten, chinesisch „Ming Tschung" genannt.[3]) Es sind dies die beiden Reiszünsler *Schoenobius bipunctifer* Walk. und *Chilo simplex* Butl. 10 % bis 20 % der gesamten chinesischen Reisernte gehen im Durchschnitt alljährlich durch sie verloren, was einer Menge von ungefähr 3 bis 6 Millionen Tonnen Reis (unenthülst) entspricht.

Das Verbreitungs- und Schädgebiet der beiden Arten erstreckt sich auf fast alle reisbauenden Länder Asiens. Während indessen *Sch. bipunctifer* Walk. hauptsächlich im Süden Asiens und im mittleren und südlichen Ostasien auftritt, wie Indien, Indo-China, Burma, im Malaischen Archipel, in Ceylon, Formosa und im Süden Japans, ist *Chilo simplex* Butl. mehr im Norden des Gebietes vertreten, so in Korea und im nördlichen Teil von Hokkaido. Hier fehlt *Sch bipunctifer* Walk. völlig (Nakayama).

Schon in der klassischen Literatur des chinesischen Altertums wird der „Ming-Tschung" erwähnt: Im „Schih-Tsing", der vor der Zeit des Konfutius erschien (1500 bis 1000 v. Chr.), wird von ihm gesagt, daß er das Herz des Reishalmes frißt, und daß er mit Feuer bekämpft werden kann. Späterhin wurde der Name auch für andere Reisschädlinge verwandt, und so lassen sich die in der alten chinesischen Literatur verbreiteten Berichte über Kalamitäten des „Ming-Tschung" meist nicht mehr eindeutig auf den Reiszünsler zurückführen. Zuverlässige Beobachtungen liegen erst aus den letzten Jahrzehnten vor, in denen sich die Reiszünslerkalamitäten von Jahr zu Jahr häuften. Besonders *Sch. bipunctifer* Walk. machte sich jetzt bemerkbar. So namentlich in der Umgebung der Bahnlinien Schanghai-Wusung, Schanghai-Hangtschou und Nanking-Schanghai, die sämtlich in der am frühesten dem internationalen Handel und Verkehr erschlossenen, südöstlichen Küstenprovinz verlaufen. Hier betrugen die Ernteverluste an Reis in manchen Jahren bis zu 100 %.

Der Umstand, daß dieses Gebiet als erstes mit fremden Ländern in nähere Beziehung trat und besonders das Vordringen von *Sch. bipunctifer* Walk. entlang den Bahnlinien legen die Vermutung nahe, daß diese Art in China von Haus aus nicht beheimatet war,

[1]) Nach einem im Entomologischen Seminar des Institutes für angewandte Zoologie, München, gehaltenen Referat.

[2]) Jetzt: Hangchow.

[3]) Wörtlich übersetzt: „im Reishalm lebendes Insekt".

sondern hier erst vor nicht allzu langer Zeit eingeschleppt wurde. Im „Ming-Tschung“ der alten chinesischen Literatur — soweit er sich mit einem Reiszünsler identifizieren läßt — dürfte zufolge der Verbreitungsangaben *Chilo simplex* Butl. zu erblicken sein. —

Bionomie: Was zunächst die Generationenzahl anbetrifft, so entwickelt *Sch. bipunctifer* Walk. in den südöstlichen Provinzen Kiangsu und Tschekiang jährlich meist 3 Generationen, deren Verlauf sich nach Rhumblers Bioformel folgendermaßen darstellen läßt:

$$\frac{5 - 5^{p}\ 6}{6^{p} + 7^{a}\left[\frac{7^{a} - 7^{p}}{7^{p} + 8\left(\frac{8 - 9{,}4}{4^{p} + 5}\right)}\right]}$$

Bei günstiger Herbstwitterung kommt noch eine 4. Generation dieser Art ganz oder teilweise zur Entwicklung.

Demgegenüber tritt *Ch. Simplex* Butl. in Tschekiang in der Regel in zwei Generationen jährlich auf, wozu bei warmer Herbstwitterung gelegentlich noch eine dritte Generation treten kann. *Ch. simplex* entfaltet somit jährlich eine Generation weniger als *Sch. bipunctifer*. Entsprechend wie oben dargestellt, erhält der Entwicklungsverlauf seiner Generationen folgenden Ausdruck:

bei 2 Generationen: $\dfrac{46 - 67}{7^{p} + 8^{a}\left[\frac{8^{a} - 9{,}3}{3^{p}\,4 + 46}\right]}$

bei 3 Generationen: $\dfrac{46 - 67}{7^{p} + 8^{a}\left[\frac{8^{a} - 8^{p}}{8^{p} + 9^{a}\left(\frac{9^{a} - 9^{p}{,}3}{3^{p}\,4 + 46}\right)}\right]}$

Abgesehen von der Generationenzahl stimmen die Lebensäußerungen beider Arten vielfach überein. Der im Frühjahr schlüpfende Falter legt seine Eier in 5—6 Häufchen zu 50—100 Stück (bei *Ch. simplex* zuweilen bis zu 300 Stück) an den Reisblättern ab. Die Sommergenerationen bevorzugen hierzu die Halme. Die Eihaufen werden bei *Sch. bipunctifer* mit dunklen Schuppen, bei *Ch. simplex* mit einem braunen Sekret des ♀ bedeckt. Die schlüpfenden Eiraupen bohren sich alsbald in den Halm der Reispflanze ein, wobei jene von *Ch. simplex* zunächst einige Tage die Blattscheide befressen. Infolge der Fraß- und Miniertätigkeit im „Herz“ der Reispflanze beginnt diese zu verwelken. Ist das Zerstörungswerk so weit gediehen, dann dringen die Larven in neue Pflanzen ein; hierbei zeigen jene von *Sch. bipunctifer* die Gewohnheit, sich während der kurzen Wanderung ein abgebissenes Blattstück schützend um den Körper zu wickeln. Die Raupe von *Ch. simplex* kann während ihrer ganzen Fraßzeit über 10 Reispflanzen vernichten, jene von *Sch. bipunctifer* zerstört deren 2—3. Die Verpuppung erfolgt im Halm.

Im Herbst, wenn der Reis seine Ähren zu entfalten beginnt, führt die Fraßtätigkeit der Reiszünslerraupe zur Entstehung tauber Ähren, eine Erscheinung, die in China unter der Bezeichnung „Weißährigkeit“ bekannt ist.

Die Überwinterung der Larve erfolgt bei *Sch. bipunctifer* meist im Innern der Reisstoppel, bei *Ch. simplex* in der Regel im Innern des Reisstrohs. Im Zustande der Überwinterung scheinen die Larven von *Sch. bipunctifer* gegen Witterungseinflüsse empfindlicher zu sein als jene der letztgenannten Art: im Winter gehen von ihnen bedeutend mehr zugrunde als von *Ch. simplex*. Trotzdem ist der durch *Sch. bipunctifer* verursachte Schaden meist 2 bis 3mal größer als jener von *Ch. simplex*. Es hängt dies teils mit der höheren Generationenzahl zusammen, teils mit den Wandergewohnheiten der *bipunctifer*-Larve, welche die Gepflogenheit hat, sich stets auf zahlreiche Reispflanzen zu verteilen. Man findet von ihnen meist nur 1—3 Larven je Halm, während von *Ch. simplex* durchschnittlich 12 Larven in einem Halm auftreten. (Bei frisch geschlüpften Larven dieser letzteren Art finden sich zuweilen sogar über 100 in einem

Halm.) So hat eine von C. J. Wang im September 1931 in Hangtschou vorgenommene Untersuchung gezeigt, daß unter 5734 Reiszünslerlarven 4575 *Ch. simplex* angehörten und die restlichen 1159 Stück *bipunctifer*-Larven waren. Während indessen die *simplex*-Larven sich auf 367 Reishalme konzentrierten, verteilte sich die der Zahl nach viel geringere Larvenmenge von *bipunctifer* auf 1087 Reishalme und verursachte dementsprechend erheblich größeren Schaden. —

Klima und Massenvermehrung. — Das Auftreten des Reiszünslers ist in China jahrgangsweise starken Schwankungen unterworfen. Dies geht sehr deutlich aus Untersuchungen hervor, die aus den letzten 10 Jahren in der Tschekiang-Provinz über die Beschädigungen an unenthülstem Reis vorliegen. Danach betrug in den Jahren 1923, 1925, 1928 und 1929 der Prozentsatz beschädigter Körner 50—100 %, während sich in den dazwischen liegenden Jahren nur leichte Beschädigungen nachweisen ließen. Insbesondere blieb das Jahr 1927 von der Kalamität ganz verschont.

Bei solcher Sachlage wird man die südöstlichen chinesischen Provinzen als „Massenwechselgebiet" bezeichnen können. Für das Zustandekommen eines solchen

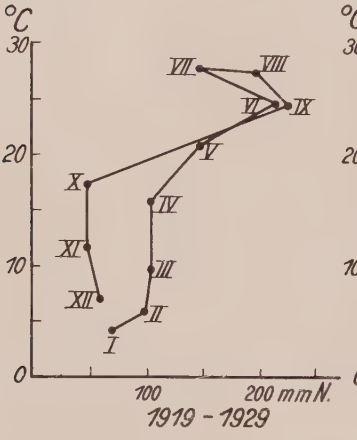


Abb. 1. Klimatogramm von Hangtschou auf Grund der Mittelwerte für die Jahre 1919—1921.

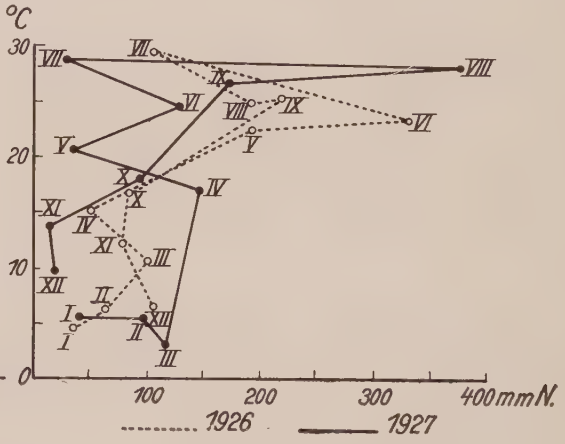


Abb. 2. Witterungsverlauf in Hangtschou in den Jahren 1926 und 1927.

ist nach neueren Vorstellungen bekanntlich während des Klimax einer Kalamität das Zusammentreffen optimaler Bedingungen der klimatischen, biozönotischen und ehtonischen Faktoren erforderlich, während in den Ruhezeiten eine der 3 genannten Faktorengruppen vom Optimum der Bedürfnisse der Art mehr oder weniger abweicht (Martini, Zwölfer).

Wie ich 1930 zeigen konnte, sind im südchinesischen Massenwechselgebiet von *Sch. bipunctifer*, auf welche Art sich meine Untersuchungen in der Hauptsache bezogen, in erster Linie Änderungen der klimatischen Faktoren für das Zustandekommen von Massenvermehrungen verantwortlich. Im Hinblick auf lokale Unterschiede im Auftreten des Reiszünslers spielen chtonische Faktoren (Bewässerungsverhältnisse) eine wichtige Rolle. Hierauf sei im folgenden kurz eingegangen:

Das aus 10jährigen Mittelwerten (1919—29) für Hangtschou zusammengestellte Klimatogramm (Abb. 1) läßt zunächst erkennen, daß dort zwei niederschlagsreiche Perioden im Jahresverlauf der Witterung auftreten: die eine fällt in den Juni, die andere in den August und September. Die Wintermonate sind verhältnismäßig niederschlagsarm, ihre Temperaturen relativ hoch. Wenn nun diese Verhältnisse extreme Steigerungen erfahren, insbesondere die August-September-Temperaturen über dem normalen Wert, die Regenmengen für Oktober bis März hingegen unter der Norm liegen (Abb. 2), dann ist für das Folgejahr mit Sicherheit eine *bipunctifer*-Kalamität zu erwarten.

Im einzelnen lassen sich diese Zusammenhänge folgendermaßen erklären: Normalerweise erreicht der Falterflug im August während der 3. Generation seine stärkste Entfaltung (Abb. 3). Hohe August- und September-Temperaturen bedingen jedoch, wie schon erwähnt, das teilweise Zustandekommen einer 4. Generation, die um so stärker ausfällt,

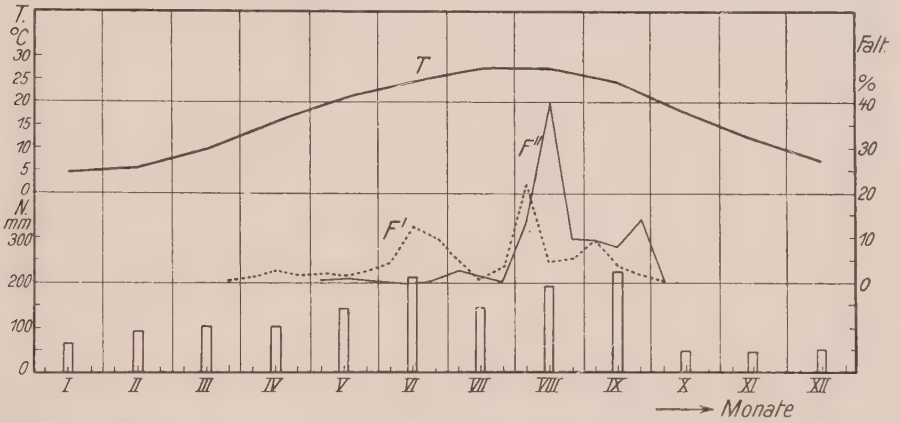


Abb. 3. Temperaturverlauf (T) und Niederschlag (N) im Mittel der Jahre 1919—1929 und Lichtfangergebnis an Faltern (Mittelwerte für 1924—1930) für Kaschina (F') und Hangtschou (F'''). Die Fangergebnisse der einzelnen Monate sind in Prozent des Jahresfangresultates ausgedrückt.

je günstiger die Temperaturverhältnisse liegen. (Vgl. die Septembergipfel der Falterkurve in Abb. 4 für 1926 u. 1927; vgl. auch Abb. 3.) Hierdurch wird letzten Endes die Zahl der zur Überwinterung schreitenden Raupen bedeutend vermehrt, was sich naturgemäß im nächsten Frühjahr schon in einem entsprechend gesteigerten Auftreten der Ausgangsgeneration auswirken wird. Dies führt schließlich zur Kalamität.

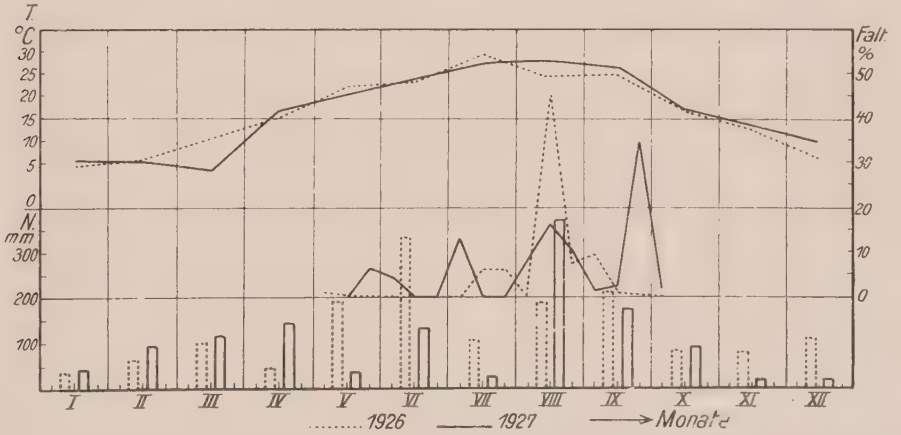


Abb. 4. Lichtfangergebnisse für Hangtschou im „Hemmungsjahr" 1926 und im „Vorbereitungsjahr" 1927. (Anordnung der Daten wie in Abb. 3. Man beachte den Septembergipfel der Falterkurven der beiden Jahre.)

Die in den Stoppeln überwinternden Larven von *Sch. bipunctifer* sind gegen Einflüsse der winterlichen Witterung relativ empfindlich. Ihre Wintersterblichkeit liegt im Durchschnitt zwischen 60—80%. Die niedrigsten Werte erreicht sie in Jahren mit geringem, unternormalem Niederschlag während der Wintermonate und vergleichsweise hohen Temperatur in dieser Zeit. Hohe Werte erreicht die Wintersterblichkeit in kühlen, niederschlagsreichen Wintermonaten. So war die Mortalität überwinternder *bipunctifer*-

Larven im trockenen warmen Winter (Oktober bis März) 1928/26: 60,8%, während sie im regenreichen, kühlen Winter 1926/27 80% erreichte. Im Winter 1929/30 mit ähnlichem Witterungscharakter betrug sie 75%. Entsprechend zeigte sich im Sommer und Herbst 1929 ein katastrophales Reiszünslerauftreten, während die Vegetationsperioden 1927 und 1930, die auf die regenreichen Winter folgten, vom Reiszünsler verschont blieben. Die damals auf Grund der Untersuchungsergebnisse über die Wintersterblichkeit von mir für das Jahr 1930 gestellte Prognose wurde durch den weiteren Verlauf vollauf bestätigt.

Daß kühle, regenreiche Winter einen starken Rückgang der Reiszünslergefahr bedeuten, ist übrigens eine alte Erfahrung, die in der chinesischen Bauernregel ihren Ausdruck findet: „Ist der Winter kühl und naß, füllt der Bauer Scheun' und Faß."[1])

Der Einfluß der geschilderten Witterungsverhältnisse läßt sich mehr oder minder deutlich für sämtliche näher studierten Kalamitäten des letzten Dezenniums feststellen:

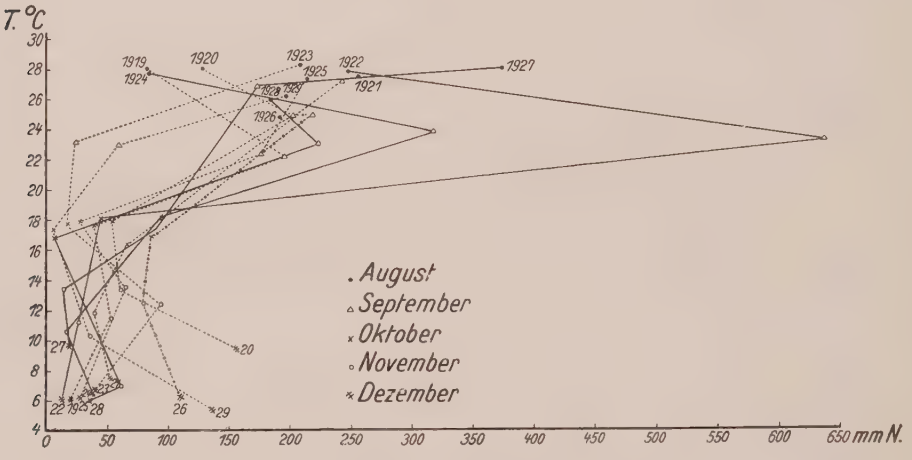


Abb. 5. Klimatogramm von Kienkiao bei Hangtschou für die Monate August (●), September (△), Oktober (×), November (○) und Dezember (+) der Jahre 1919—1929. ——— Vorbereitungsjahr, - - - - - - Normaljahr, —·—·— typisches „Hemmungsjahr" für *Schoenobius bipunctifer* Walk.

In den Reiszünsler-Katastrophenjahren 1923, 1925, 1928 und 1929 zeigten in der Tschekiang-Provinz die voraufgehenden Herbst- und Wintermonate, also die Jahre 1922, 1924, 1927 und 1928, denselben extremen Witterungscharakter (Abb. 5). Im Sinne Escherichs lassen sich diese als „Vorbereitungsjahre" bezeichnen. Ein eigentliches Prodromaljahr gibt es für den Reiszünsler nicht, da er mehrere Generationen im Jahr entwickelt und man hier allenfalls die Frühjahrs- und Sommergeneration als Prodromalgeneration bezeichnen kann. Jahre mit einem Witterungscharakter wie 1926 (Abb. 4), auf die ein starker Rückgang der Reiszünslerbevölkerung folgt, habe ich bei früherer Gelegenheit als „Hemmungsjahr" bezeichnet. Im übrigen dürfte die Darlegung gezeigt haben, daß *Sch. bipunctifer* zu jener Insektengruppe (Bremer) gehört, deren Bevölkerungsbewegungen stark von Einflüssen der Umwelt während der Überwinterung abhängen. Ob und inwieweit Ei- und Junglarvensterblichkeit beim Reiszünsler Einfluß auf den Gang einer Massenvermehrung haben, bedarf noch der Untersuchung.

Schließlich sei kurz noch auf eine weitere Erscheinung hingewiesen, die in bester Übereinstimmung mit den obigen Ausführungen über die Wirkungen kalter, regenreicher Winter steht: Untersuchungen während der Wintermonate 1929/30 hatten ergeben, daß in den Reisfeldern der Niederungen — soweit sie auch im Winter übermäßig feucht und

[1]) In freier Übertragung.

naß sind — die Sterblichkeit der *bipunctifer*-Larven 70—80% betrug, während gleichzeitig in den relativ trocken gelegenen Feldern der höheren Lagen die Wintersterblichkeit nur 40—50% ausmachte. Im Folgejahr zeigten sich entsprechende Unterschiede in der Befallsstärke der Niederungs- und Höhenfelder. Hier sind es chtonische Faktoren (Grundwasserverhältnisse!), die auf dem Umweg über das Mikroklima lokal Einfluß auf die Massenvermehrung gewinnen. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Wirkungsweise dieses chtonischen Faktors dieselbe ist wie jene übernormaler Regenmengen, also großklimatischer Faktoren.

Physiologisch betrachtet beruht die Erscheinung der Wintersterblichkeit von *bipunctifer*-Larven wahrscheinlich — was hier nur angedeutet sei — auf einer Verschiebung des Gleichgewichts zwischen kolloidal gebundenem und freiem, gefrierbarem Wasser im Körpergewebe im Sinne der Robinsonschen Theorie. Hierüber sind noch weitere Untersuchungen erforderlich.

Bekämpfung. — Bei der Bedeutung der Reiskultur für die chinesische Volksernährung ist eine rationelle Bekämpfung des Reiszünslers für China ein Problem von größter wirtschaftlicher Tragweite. Verschiedenartige Kampfmethoden, die teils im Winter, teils im Frühjahr, Sommer und Herbst Anwendung finden, sind gegenwärtig in Gebrauch. Einige von ihnen sind rein mechanischer Art, andere — und mit die wirksamsten — versuchen durch künstliche Änderung der chtonischen Faktoren die Lebensbedingungen überwinternder Larven ungünstig zu beeinflussen. Endlich sind auch Kulturmaßnahmen als Kampfmittel in Anwendung.

Am aussichtsreichsten ist stets der Kampf gegen die überwinternden Larven, der Vorbeugung einer Kalamität im Folgejahr bezweckt. Weitaus die besten Erfahrungen in dieser Richtung sind durch künstliche Bewässerung der Reisfelder während der Wintermonate gemacht worden, eine Maßnahme, deren Wirkung sich nach allem Vorhergesagten ohne weiteres versteht. Ihre Anwendung setzt das Vorhandensein genügender Wassermengen voraus. In der Umgebung des „Taiku", eines großen Sees in Tschekiang, ist dieses Verfahren jetzt eingebürgert und in großzügigster Weise organisiert. Dort werden durch Motorpumpenanlagen zur Winterbekämpfnng des Reiszünslers alljährlich die erforderlichen Wassermengen dem See entnommen.

In wasserarmen Gegenden ist das Ausstechen und Verbrennen der Reisstoppeln während des Winters in Gebrauch. Sie sind zuweilen zu 80—90% von Reiszünslerlarven besetzt. Zum Ausstechen wird schon seit alters ein eigens für diesen Zweck konstruiertes Gerät verwendet. Auch dies Verfahren wirkt sehr gut, doch ist es wegen der damit verbundenen Arbeit nur in kleineren Betrieben verwendbar. In einigen Bezirken von Tschekiang, so in Tsing-Hwa, werden schon seit langem Reisstoppeln als Brennmaterial verwendet. Bezeichnenderweise sind diese Bezirke von Reiszünslerschäden bis jetzt völlig verschont geblieben.

Zur Frühjahrsbekämpfung dienen Maßnahmen, die das Schlüpfen der Falter verhindern sollen, ferner der Falterfang und das Einsammeln und Vernichten der Eihaufen.

Ersteres Verfahren hat namentlich bei *Ch. simplex* guten Erfolg, dessen Larven vorzugsweise im Reisstroh überwintern Das Stroh wird rechtzeitig auf Haufen geschüttet und abgedeckt. — Der Falterfang erfolgt mit künstlichen Lichtquellen. Die günstigste Zeit für seine Anwendung sind die Stunden vor Mitternacht (18—24h). In der Tschekiang-Provinz ist das Lichtfangverfahren weit verbreitet, doch ist es wegen seiner hohen Kosten und der Unzuverlässigkeit seiner Wirkung nicht empfehlenswert. — Sehr gute Erfolge hingegen liefert das Absammeln der Eihaufen in den Saatbeeten. Auch diese Methode ist kostspielig, doch ist ihre Wirkung zuverlässig. Die Regierung fördert sie durch Auszahlung von Prämien für die abgelieferten Eimengen. Da die Eier zuweilen zu 50 bis 70% parasitiert sind (meist *Trichogramma japonicum* Ashm.) werden sie in besondere Gefäße gesetzt, die eine Erhaltung der schlüpfenden Parasiten ermöglichen. Hierbei wird somit eine mechanische mit einer biologischen Kampfmethode kombiniert.

Auch durch Kulturmaßnahmen läßt sich das Reiszünslerauftreten einschränken. Hierher gehört das möglichst späte Auspflanzen der in den Saatbeeten gezogenen Reispflänzchen in die Felder. Die Wirkung dieser Maßnahme beruht wahrscheinlich auf einer Verzögerung der Entwicklung der ganzen Reispflanze. Eine ähnliche Ursache dürfte die Widerstandsfähigkeit verschiedener Reissorten gegen Zünslerbefall haben. Völlig zünslerfeste Sorten gibt es nicht. Doch zeigte sich, daß stets einige Rassen weniger unter Befall zu leiden haben als andere. So waren unter 134 Sorten, die ich 1929 unter vergleichbaren Bedingungen auf ihren Zünslerbefall prüfte, 7 Sorten relativ schwach befallen. Dies waren durchweg spätreifende Rassen. In Hangtschou beispielsweise werden Sorten, deren Ähren zwischen dem 10.—15. August schießen, am stärksten beschädigt, während jene Sorten, deren Ähren erst im September hervorkommen, nur unbedeutenden Befall aufweisen. Zweckmäßige Sortenauswahl könnte daher — worauf ich bei früherer Gelegenheit schon hinwies — eine Maßnahme werden, um die Reiszünslerschäden bedeutend zu verringern.

Im Sommer und Herbst, wenn die Kalamität ihrem Höhepunkt zuschreitet, wird von den chinesischen Bauern vielfach das Einsammeln von Eihaufen, befallenen Reispflanzen oder Reishalmen betrieben. Der Erfolg dieser späten Sammelmaßnahmen ist mehr oder minder zweifelhaft und zu diesem vorgerückten Zeitpunkt angewendet ist das mechanische Verfahren unwirtschaftlich. Trotzdem ist es bei der einheimischen Bevölkerung wegen seiner „handgreiflichen", unmittelbaren Wirkung auf den Schädling recht beliebt.

Ob und inwieweit sich die zahlreichen Feinde und Parasiten des Reiszünslers, die in China bis jetzt beobachtet wurden, im Kampf gegen den Schädling praktisch verwerten lassen, bedarf besonderer Untersuchungen. Neben dem schon genannten Eiparasiten *Trichogramma japonicum* Ashm. kommt als weiterer *Ceraphron beneficiens* Zehnt. vor. Als Larvenparasiten des Reiszünslers sind aus China bekannt geworden, *Centeterus alternecoloratus* Cush., *Angita chilonis* Cush. und *Chelonus chilonis* Cush. Den überwinternden Larven stellen Raubinsekten und Vögel in erheblichem Umfang nach. —

Die Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes. [1])

Von W. Zwölfer, München.

(Mit 2 Abbildungen.)

Neben dem Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L., gehören bekanntlich eine Reihe weiterer Spannerarten der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes an, die teils forstlich indifferent, teils von untergeordneter Bedeutung sind, teils aber auch — wie etwa *Semiothisa liturata* Cl. — gelegentlich in erheblichem Ausmaß an den Massenvermehrungen der erstgenannten Art sich beteiligen. Zumeist überwintern diese Spanner als Puppe in der Waldstreu unter ähnlichen oder denselben Bedingungen wie jene des Kiefernspanners, mit der sie denn auch häufig vergesellschaftet angetroffen werden. Da sie mitunter ebenfalls und unabhängig von dieser Art in Massenvermehrung treten, können ihre Puppen bei Prognosestellungen leicht zu Verwechslungen Anlaß geben.

Neben *Bupalus piniarius* L. und der soeben genannten *Semiothisa liturata* Cl. kommen hierfür nach Escherich[2]) besonders in Frage: *Boarmia consortaria* F., *B. crepuscularia* Schiff., *Ellopia prosapiaria* L., *Larentia variata* Schiff., *L. iuniperata* L., *Hematurga atomaria* L. und *Eupithecia indigata* Hb.

---

[1]) Vgl. Zwölfer, W., Zur Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Kiefernwaldbiocönose, nebst Bemerkungen über eine Massenvermehrung des Reerkrautspanners, *Boarmia crepuscularia* Schiff. in: Forstw. Cbl., Jg. 54, Heft 16, S. 537—547, 1932.

[2]) Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. III. Berlin 1931.

Die Puppen dieser Arten zeigen durchweg den für Geometriden charakteristischen schlanken, walzenförmigen Bau, mit mehr oder minder kegelförmig sich verjüngenden Abdominalende. Hinsichtlich der Größe bestehen zwar erhebliche Unterschiede, doch ist diese auch bei ein- und derselben Art sehr variabel und als Bestimmungsmerkmale dahe. kaum verwendbar.

Ähnliches gilt von der Färbung: die grünlichen Flügelscheiden, die vielfach als Kennzeichen der Kiefernspannerpuppe angesehen werden, finden sich auch bei einigen anderen Arten. Überdies ist auch die Färbung bei ein und derselben Art Schwankungen unterworfen.

Die zuverlässigsten Anhaltspunkte zur Unterscheidung der hier in Betracht kommenden Spannerpuppen liefert die Ausbildung ihres Cremasters — eines Organes, das bekanntlich gerade bei Geometridenpuppen im allgemeinen gut entwickelt ist. Seine Gestalt ist zwar bei den einzelnen Arten keineswegs völlig konstant, wie vielfach angenommen wird. Gerade bei der praktisch wichtigen Kiefernspannerpuppe kann sie erheblich abändern. Immerhin ist bei Kenntnis der extremen Ausbildungsformen mit Hilfe des Cremasters die Bestimmung der Artzugehörigkeit relativ einfach und sicher durchführbar.

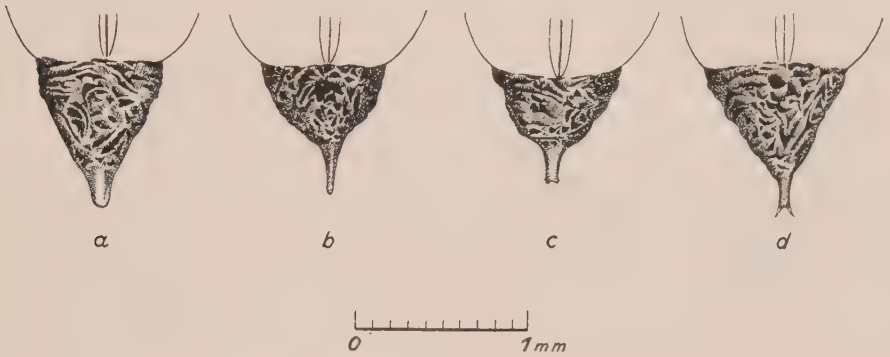


Abb. 1. Verschiedene Cremasterformen der Puppe von *Bupalus piniarius* L.

Was zunächst die Variationsbreite der Ausbildung des Cremasters der *piniarius*-Puppe anbetrifft, so gibt Abb. 1 darüber Aufschluß. Unter Puppenmaterial, das im Frühjahr 1932 aus dem Forstamt Heroldsbach eingesandt wurde, waren die mit a, b, c und d bezeichneten Formen in einem Zahlenverhältnis von 3 : 2 : 11 : 1 vertreten. *Piniarius*-Puppen mit gegabeltem bezw. gespaltenem Griffelende fanden sich hier demnach am häufigsten. In anderen Fällen, so bei einer Einsendung aus der Rheinpfalz war der mit a bezeichnete Cremastertyp am stärksten vertreten. Unter 300 Puppen dieser Herkunft konnte ein Zahlenverhältnis der Cremasterformen a : b : c = 234 : 58 : 8 festgestellt werden. Typ d fehlte hier völlig.

In allen Fällen aber — und dies dürfte das sicherste Kennzeichen der *piniarius*-Puppe sein — erwies sich ihr ganzer Cremaster mit Ausnahme des Griffels furchenartig oder höckerig grob skulpturiert, während das kurze Griffelstück teils schwach gerunzelte Skulptur, teils glatte Oberfläche aufwies. Hierin unterscheidet sich die *piniarius*-Puppe von allen übrigen in Betracht kommenden Arten. —

Die festgestellten Unterscheidungsmerkale der verschiedenen Puppen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt, die sich im wesentlichen auf die Ausbildung des Cremasters gründet. Abbildung 1 und 2 ergänzen ihre Angaben. Im übrigen setzen Tabelle und Abbildungen die Betrachtung des Cremasters von der Ventralseite voraus.

1. Cremaster mit Häkchen (Abb. 2 d, e, f, i) 6
— Cremaster ohne Häkchen (Abb. 2 a, b, c, g, h) 2

2. Cremaster kurz, kegelförmig, gedrungen. Mit Ausnahme des kurzen Griffelstückes in seiner ganzen Ausdehnung grob, furchig, skulpturiert. Griffelstück ca. $^1/_3$ der gesamten Cremasterlänge, zuweilen mit glatter, zuweilen mit schwach skulpturierter Oberfläche Griffel teils undeutlich, kegelförmig und abgestumpft, teils deutlich,

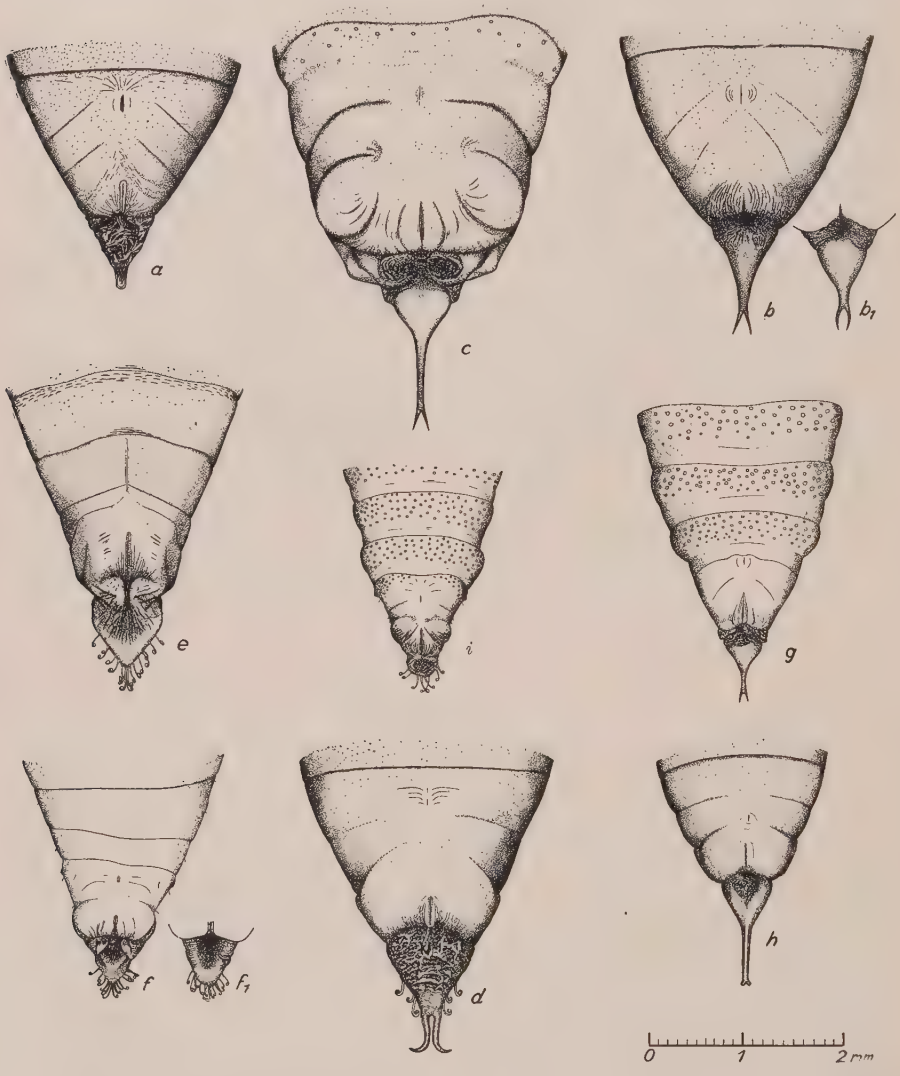


Abb. 2. Abdominalen der Puppe mit Cremaster von der Ventralseite gesehen. a *Bupalus piniarius* L., b, b_1 *Boarmia crepuscularia* Schiff., c *B. consortaria* F., d *Ellopia prosapiaria* L., e *Larentia variata* Schiff., f, f_1 *L. iuniperata* L., g *Semiothisa liturata* Hb., h *Hematurga atomaria* L., i *Eupithecia indigata* Hb.

dornartig und spitz, teils endwärts in zwei kurze Gabelzinken oder stumpfe Höcker gespalten (Abb. 1a—d, und Abb. 2a). Puppenlänge 11—15 mm (Kümmerformen kleiner!); Puppenfarbe: braun, Flügeldecken meist schmutzig grünlich
Bupalus piniarius L.

— Cremaster nur teilweise grob skulpturiert, spitzkegel- oder zwiebelförmig 3

3. Cremaster spitzkegel- bis walzenförmig; im letzteren Fall konisch verjüngt; ohne deutlichen Endgriffel, endwärts gegabelt, mit zwei spitzen, teilweise parallel verlaufenden Gabelzinken, deren Enden zuweilen ventralwärts schwach eingebogen. Basalwärts Cremaster zu $^1/_3$ bis $^1/_4$ seiner Gesamtlänge runzlig skulpturiert; der übrige Teil einschließlich Gabelzinken glatt (Abb. 2 b, b_1). Puppenlänge 12—17 mm: Puppenfarbe: braun . . . . . *Boarmia crepuscularia* Schiff.
— Cremaster mehr oder minder zwiebelförmig, in einen deutlichen Griffel auslaufend 4
4. Griffellänge $^1/_2$ der gesamten Cremasterlänge; Griffel endwärts gegabelt; zwischen den beiden kurzen, spitzen Gabelzinken sattelförmige Einbuchtung. Basalwärts Cremaster zu ca. $^1/_5$ seiner Gesamtlänge runzlig skulpturiert (Abb. 2 g). Puppenlänge: 11 mm; Puppenfarbe: braun . . . . . *Semiothisa liturata* Hb.
— Griffel ca. $^2/_3$ der gesamten Cremasterlänge einnehmend 5
5. Griffel endwärts gegabelt; die beiden spitzen Gabelzinken im Winkel zusammenstoßend. Cremaster mit sockelartigem Absatz; dieser grob skulpturiert: übrige Cremasteroberfläche einschließlich Griffel glatt (Abb. 2 c). Puppenlänge: 18 mm; Puppenfarbe: braun . . . . . *Boarmia consortaria* F.
— Griffel endwärts in zwei kurze Stumpfe gespalten, diese zuweilen undeutlich; basalwärts Cremaster zu $^1/_4$ bis $^1/_5$ seiner Gesamtlänge rauh skulpturiert; alles übrige glatt (Abb. 2 h). Puppenlänge: 8—12 mm; Puppenfarbe: braun, Flügelscheiden schmutzig grünlich . . . . . *Hematurga atomaria* L.
6 Cremaster mit zwei kräftigen, ca. $^2/_3$ der gesamten Cremasterlänge einnehmenden Endgriffeln; diese „gamskrickelartig", endwärts auseinandergebogen; jederseits des Cremasterkörpers 3 an der Spitze spiralig eingedrehte Häkchen: basalwärts Cremaster zu etwa $^2/_3$ seiner Gesamtlänge grob skulpturiert, alles übrige glatt (Abb. 2 d). Puppenlänge: 15 mm; Puppenfarbe: braun . . . . . *Ellopia prosapiaria* L.
— Cremaster ohne endständigen Griffel, nur mit spiralig eingedrehten Häkchen . . 7
7. Cremaster eine mehr oder minder halbkreisförmige, löffelartig ausgehöhlte Platte bildend; die Höhlung grob skulpturiert; mit 8 teils seiten-, teils endständigen, spiralig eingedrehten Häkchen (Abb. 2 i). Puppenlänge: 7 mm; Puppenfarbe: bräunlichgelb . . . . . *Eupithecia indigata* Hb.
— Cremaster kegelförmig; mit stumpfem oder spitzem Ende 8
8. Cremaster (ohne Häkchen gemessen) länger als breit; im Umriß an der Basis ein Rechteck bildend, dem endwärts ein annähernd gleichseitiges Dreieck aufgesetzt ist; an diesem seiten- und endständig 16—18 Spiralhäkchen; basalwärts Cremaster zu ca. $^2/_3$ seiner Gesamtlänge gerunzelt (Abb. 2 e). Puppenlänge: 14 mm; Puppenfarbe: braun . . . . . *Larentia variata* Schiff.
— Cremaster (ohne Häkchen gemessen) kürzer oder ebenso lang als breit, im Umriß ein annähernd gleichseitiges Dreieck, zuweilen mit abgerundeter Spitze bildend; seiten- und endständig 12—14 Spiralhäkchen (Abb. 2 f, f_1); Puppenlänge: 10 mm; Puppenfarbe: bräunlichgrün . . . . . *Larentia iuniperata* L.

Bioklimatogramme.

(Mit 1 Abbildung.)

Vor kurzem veröffentlichte R. P. Uvarov Ergebnisse klimatologisch-ökologischer Studien über das Auftreten der marokkanischen Wanderheuschrecke in Westanatolien.[1]) Bei seiner Untersuchung wandte er eine Modifikation der bekannten Ball-Taylorschen Klimatogramme an, die sich durch große Übersichtlichkeit auszeichnet und eine Vervoll-

[1]) Bull. Ent. Res., Vol. XXIII, 1932, S. 273—287. Ferner: Ecology, Vol. XIII, 1932, S. 309—311.

kommnung der bisher gebräuchlichen Methode vorstellt. Sie gestattet in einfachster Weise den Entwicklungszyklus einer Art mit der graphischen Klimadarstellung anschaulich zu verbinden. Zu diesem Zweck werden die Verbindungslinien der einzelnen Monatspunkte des Ball-Taylorschen Klimatogramms, je nach der Entwicklungsstufe, welche die betreffende Art in der Zeit durchläuft, verschiedenartig (punktiert, gestrichelt usw.) ausgezogen (Abb. 1). So bringen die „Bioklimatogramme" — wie Uvarov seine Darstellungsweise nennt die Beziehungen zwischen der Phänologie einer Art und den klimatischen Verhältnissen ihres Wohnortes übersichtlich zum Ausdruck.

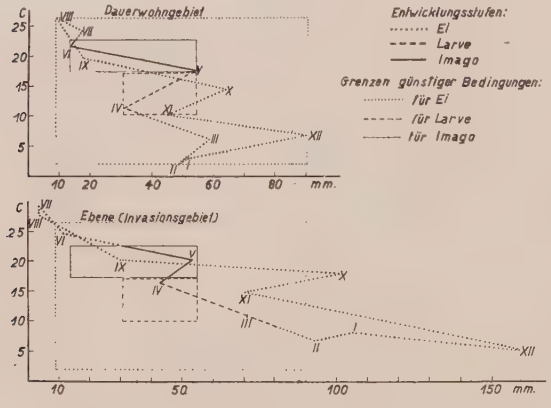


Abb. 1 (nach Uvarov).

Auch für das Studium des Massenwechsels der Insekten, für welches Klimatogramme schon wiederholt erfolgreich verwendet worden sind, bedeutet das neue Verfahren eine Vereinfachung. An Hand des Uvarovschen Beispieles sei dies kurz erläutert: Wird von der Überlegung ausgegangen, daß die im normalen Wohn- und Brutgebiet von *Dociostaurus maroccanus* Thnb. herrschenden klimatischen Bedingungen für seine Entwicklung optimal sein müssen, wenn es hier zur Bildung von Massenschwärmen kommen soll, so lassen sich zunächst die „Grenzen günstiger Bedingungen" für die einzelnen Entwicklungsstadien der Heuschrecke durch Rechtecke festlegen (Abb. 1 oben). Im Invasionsgebiet der Ebene, wo sich die Schwärme erfahrungsgemäß nicht auf die Dauer zu halten vermögen, finden sie andersartige klimatische Verhältnisse vor, was sich zunächst in ihrer Phänologie äußert (Abb. 1 unten). Werden nun die festgestellten „Grenzen günstiger Bedingungen" für jedes Stadium auf das Bioklimatogramm des Invasionsgebietes übertragen (Abb. 1 unten), so ist diesem unmittelbar zu entnehmen, welche Entwicklungsstufe hier unter ungünstigen Bedingungen lebt, welcher Art diese sind, und in welche Monate sie fallen. In unserem Beispiel sind in der Ebene vorwiegend die Eier während der Monate Oktober, Dezember, Januar und Februar durch übergroße Regenmengen gefährdet, desgleichen die ersten Larvenstadien (Hüpfer) während des Monats März. — Natürlich besitzen solche Schlüsse nur Wahrscheinlichkeitswert. Ihre Bestätigung hat durch experimentell-ökologische Untersuchungen zu erfolgen. —

Zwölfer, München.

Der Produktionsbegriff in der Biologie.

Der bekannte Limnologe, Prof. Dr. August Thienemann veröffentlicht unter obigem Titel [1]) eine sehr interessante Studie, die sich allerdings auf die Organismenwelt in den Gewässern bezieht, die jedoch auch dem angewandten Entomologen viel Anregung zu geben geeignet ist und daher hier wiedergegeben sei:[2])

---

[1]) Archiv für Hydrobiologie 1931, Bd. XXII, S. 616—622.

[2]) Für die Genehmigung des Abdrucks sei Herrn Prof. Thienemann bestens gedankt.

„Wir sprechen von der Gesamtproduktion einer Lebensstätte an organischer Substanz, von produktiven oder unproduktiven Gewässern, von der hohen Produktivität tropischer Gebiete im Gegensatz zu der geringeren Produktivität der gemäßigten Zonen usw.

Was ist der Inhalt dieses Begriffes ‚Produktion', den die angewandte wie auch theoretische Biologie so vielfach benutzt?

Produktion wird im allgemeinen sowohl für den Vorgang des Produzierens wie für die Gesamtheit des Produzierten, der Produkte, gebraucht. Produktivität ist die Fähigkeit zum Produzieren, d. h. zur Produktion im erstgenannten Sinne.

1. Die Volkswirtschaft definiert ‚Produktion' als ‚Erzeugung der benötigten Güter durch den wirtschaftlich Tätigen' und versteht dabei unter ‚Gut' jede Sache, die für geeignet gehalten wird, einem menschlichen Bedürfnis zu dienen. Sie unterscheidet drei Hauptzweige der Produktion im weiteren Sinne: 1. Die Urproduktion oder Rohstoffgewinnung (Land- und Forstwissenschaft, Fischerei, Bergbau), 2. die Rohstoffverarbeitung (Gewerbe), 3. die Güterversendung und -verteilung dem Raume und der Zeit nach (Handel und Verkehrswesen), (Fuchs, Volkswirtschaftslehre, Sammlung Göschen). Was produziert wird, wird entweder innerhalb des Produktionsgebietes selbst verbraucht, oder es wird in andere Gebiete ausgeführt. In einem gegebenen Momente sind in einem produzierenden Lande also vorhanden: zur Ausfuhr bereite Güter, im Lande selbst im Gebrauch befindliche Güter, sowie die Überbleibsel (Reste) der im Lande verbrauchten Güter. Produktion ist hier also der Vorgang des Produzierens.

2. Ganz anders ist der Produktionsbegriff der Landwirtschaft. Wir zitieren hier Demoll (Betrachtungen über Produktionsberechnungen, Archiv für Hydrobiologie **18**, 1927, S. 460—463): ‚Unter Produktion versteht man in der Landwirtschaft und in der Teichwirtschaft den Ertrag, der dem Acker bezw dem Teich alljährlich entnommen werden kann. Es wird sich empfehlen, festzulegen, daß hierbei die höchste Entnahme gemeint ist. Die Definition könnte also so lauten: Produktion ist die Höchstentnahme, mit der alljährlich — gleiche Bedingungen vorausgesetzt — gerechnet werden kann. Eine Entnahme, die alljährlich in gleicher Höhe möglich sein soll, setzt voraus, daß durch sie das Gleichgewicht der belebten Masse nicht dauernd gestört wird. Für eine Wiesenfläche und für einen See gilt dieser Satz ohne weiteres. Beim Acker und beim Teiche liegt insofern ein besonderer Fall vor, als hier alljährlich eine nennenswerte Menge lebender Masse als Samen bezw. als Satzfische usw. zunächst zugeführt wird. Man hat hier in der Gleichgewichtsformel diese Zufuhr als eine regelmäßige zu berücksichtigen. Bei Teichen setzt man Produktion, wie bisher immer geschehen, gleich dem Zuwachs. Im Teich und See besteht die Entnahme wesentlich aus Fischfleisch. Die Insektenimagines, die als Produkt des Teiches und des Sees anzusprechen sind, gehen nur zum kleinen Teil für das betreffende Gewässer verloren. Die Produktion ist somit im wesentlichen durch den Höchstertrag von Fischfleisch gegeben.' Produktion wird hier also nicht als Vorgang, sondern als ‚das Produzierte' aufgefaßt. Es ist hier noch daran zu erinnern, daß zur Erhaltung des ‚Gleichgewichtes der belebten Masse' unter gewissen Verhältnissen beim Acker wie Teich die künstliche Ergänzung der entnommenen Stoffe — Düngung — notwendig wird.

3. Die Volkswirtschaft faßt in ihren Definitionen eine Anzahl heterogener Dinge zusammen. ‚Güter' sind ihr einmal reine Naturprodukte, wie der in der Wildfischerei gefangene Fisch, das Heu einer natürlichen Wiese, die Kohle und die anderen Objekte des Bergbaues. ‚Produzent' dieser Güter ist die Natur, der Mensch nimmt von ihnen Besitz und verwertet sie. Ein Teil von ihnen wird vom Menschen unmittelbar, ohne daß er sie verändert, gebraucht oder verbraucht, ein Teil kann von ihm als Rohstoff ‚veredelt', d. h. in andere Form gebracht werden. So entsteht das Kulturprodukt, dessen ‚Produzent' der Mensch ist, da man in diesem Zusammenhang vom Stoff im allgemeinen absieht, und die neugeschaffene Form als das Wesentliche betrachtet. Auch der Güterversand und die Güterverteilung wird zu den Produktionszweigen im weiteren Sinne gerechnet. also die räumliche und zeitliche Verschiebung der Produkte von der Produktionsstätte aus

Bei der landwirtschaftlichen ‚Urproduktion' (das gleiche gilt für die moderne Teichwirtschaft) handelt es sich nicht mehr um reine Naturprodukte, denn der Mensch greift mit seinen kulturellen Maßnahmen (Bodenbearbeitung, Bewässerung, Düngung, vgl. auch die Viehzucht) so stark in die natürlichen Verhältnisse ein, daß man den Landwirt — nicht die Natur! — als den ‚Produzenten' dieser Produkte bezeichnet. Und so fällt der landwirtschaftliche Produktionsbegriff mit dem höchstmöglichen jährlichen Betrag zusammen, an die Störung des biologischen Gleichgewichtes, die solche Entnahme mit sich bringen muß, denkt man kaum mehr, da diese durch die kulturellen Maßnahmen stets wieder annähernd völlig beseitigt wird.

Diese Produktionsbegriffe sind also der Wirtschaft oder der angewandten Wissenschaft entnommen. Läßt sich der Produktionsbegriff der angewandten Biologie, wie er oben in der Demollschen Fassung gegeben wurde, auch auf die natürlichen Verhältnisse, in die der Mensch nicht eingreift, übertragen? Also etwa auf einen See, in dem nicht gefischt, in dem kein Schilf geschnitten wird?

4. Von einer ‚Entnahme' kann hier selbstverständlich keine Rede sein. Wenn es sich aber beim Fischteich oder der Wiese und dem Acker um eine Entnahme handeln soll, die alljährlich in gleicher Höhe möglich ist, ohne daß durch sie das Gleichgewicht belebter Masse dauernd gestört wird, so wird damit ‚Produktion' (= Entnahme) zu dem Teil des erzeugten organischen Stoffes, der ohne dauernde Störung des Gleichgewichtes innerhalb der betrachteten Lebensstätte alljährlich aus dem Kreislauf der Stoffe ausgeschieden wird. Im natürlichen, vom Menschen in keiner Weise bewirtschafteten See, aber ist dieser Teil das alljährlich gebildete und abgelagerte organogene Sediment!

Aber meinen wir das wirklich, oder meinen wir wirklich dies ausschließlich, wenn wir von der Produktion oder von der Produktivität eines natürlichen Gewässers sprechen? Ich glaube nicht, daß auf diese Frage jemand eine andere Antwort als ‚Nein' geben wird.

Schon dieses eine Beispiel des Sees zeigt also, daß der land- (und teich-) wirtschaftliche Produktionsbegriff bei der Betrachtung natürlicher Lebensstätten unbrauchbar ist. Alle Betrachtungen über die Produktivität natürlicher Biotope, die nur auf ihm aufbauen oder ihn ausschließlich verwenden, helfen der theoretischen Biologie nicht allzuviel.

5. Ich glaube, bei der Verwendung des Wortes ‚Produktion' in der theoretischen Biologie — oder genauer, der allgemeinen Ökologie — wird dieses sowohl im Sinne des ‚Produktionsvorganges' wie ‚des Produzierten' gebraucht, ohne daß man sich dieser Verschiedenheit klar bewußt wird.

Und zweifellos gehen wir hier auch von den Verhältnissen unserer gemäßigten Breiten aus, mit ihrem regelmäßigen Wechsel zwischen kalter und warmer Jahreszeit. Die warme Jahreszeit ist für uns die Produktionsperiode, in ihr wird im wesentlichen die organische Substanz gebildet, die kalten Monate sind ‚unproduktiv'. Das Zeitmoment spielt also eine Rolle, man kann nur von ‚Produktion innerhalb einer bestimmten Zeit' sprechen, nicht von Produktion schlechthin. Um diese Zeit ist für uns — denn unsere Wissenschaft ist in Gegenden mit klimatischem und damit auch biologischem Jahreszyklus entstanden — das Jahr.

Und ebenso, glaube ich, ist es sicher, daß wir bei der Betrachtung der Produktivität eines Biotops, also etwa eines Sees, unbewußt in erster Linie an die Maximalentfaltung des Lebens denken, an die zur Zeit des jährlichen Lebensoptimums vorhandene Organismenmenge (‚Biomasse' Demolls). Wir nehmen an, daß von einem bestimmten Moment an keine organische Substanz mehr erzeugt wird, die biogene Periode des Jahres wird abgelöst durch die biolytische. Aber in unserem Produktionsbegriff steckt — ohne daß wir uns dessen klar bewußt sind — außer dieser am Ende der Produktionsperiode vorhandenen Biomasse noch etwas anderes. Im Laufe dieser Periode sind schon viele Organismen gebildet worden und wieder vergangen, sind also am Ende dieser Periode nicht mehr vorhanden. Doch auch an sie denken wir, sprechen wir von der Produktion einer Lebensstätte innerhalb einer bestimmten Zeit. Ein Biotop ist demnach — abgesehen von der Quantität der Biomasse am Ende der Produktionsperiode — um so produktiver, je mehr

Organismengenerationen in der betrachteten Zeit aufeinander gefolgt sind. Die Intensität des Stoffwechsels oder Umsatzes innerhalb des Biotops — also z. B. der holozönen limnologischen Einheit des Sees — geht also in den Begriff der Produktion einer Lebensstätte mit ein. Das steht durchaus in Parallele zur ‚Produktion' im Sinne der Volkswirtschaft: es werden dauernd im Lande Güter produziert und verbraucht.

Zur Produktion eines Biotops an organischer Substanz aber gehören wohl auch die Stoffe, die die erzeugten Organismen in ihrem Stoffwechsel bilden und an die Umgebung abgeben, also ihre Exkrete. Und schließlich ist am Ende der Produktionsperiode organische Substanz nicht nur in Gestalt von Organismenleibern vorhanden, im See hat sich auch aus den Resten der abgestorbenen Organismen ein noch in organischer Form befindliches Sediment gebildet, auch dieses gehört mit zu den Produkten des Sees innerhalb dieser Zeit.

6. Ich glaube, die folgende Definition trifft den Sinn, den die theoretische Biologie heute mit dem Begriff ‚Produktion eines Biotops' implicite verbindet, einigermaßen: ‚Produktion eines Biotops an organischer Substanz innerhalb einer gegebenen Zeit ist die Gesamtmenge der während dieser Zeit innerhalb des Biotops gebildeten Organismen und ihrer Exkrete.' Diese Organismen sind am Ende des betrachteten Zeitraumes entweder noch als lebende Organismen oder als deren noch in organischer Form befindliche Zerfallsprodukte vorhanden, die Defination umfaßt aber auch alle während der betreffenden Zeit im Biotop entstandenen und wieder vergangenen Organismen.

7. Bei schärferem Durchdenken aber zeigt sich eine ganze Anzahl Schwierigkeiten und Probleme, die sich in diesem Produktionsbegriff verbergen.

Wir gehen, wie oben angedeutet, beim Produktionsbegriff von den Verhältnissen etwa Mitteleuropas aus, von Landschaften mit ausgeprägtem Klimawechsel im Laufe des Jahres, mit ‚produktiver' Jahreszeit, dem Sommer, und ‚unproduktiver' Jahreszeit, dem Winter. Man denkt aber weiterhin ursprünglich dabei auch nur an die höhere Pflanzenwelt, an Phanerogamen, mit ausgesprochener einjähriger Vegetationsperiode. In dieser Beschränkung hat die Festlegung der Zeiteinheit für die Produktion keine Schwierigkeiten: das Jahr umschließt gleichermaßen einen Klimazyklus und eine Vegetationsperiode (= Produktionszyklus). Berücksichtigen wir aber neben der höheren Pflanzenwelt auch die niedere, also im See z. B. die einzelligen Algen, berücksichtigen wir ferner nicht nur die Wirbeltiere, die ja bei uns im Laufe des Jahres nur eine Fortpflanzungsperiode haben, sondern auch die niederen Tiere, so beginnen schon die Schwierigkeiten. Denn bei diesen niederen Formen unter den Pflanzen wie den Tieren folgen ja im Laufe der warmen Jahreszeit auch bei uns eine ganze Anzahl Generationen aufeinander, die Lebensdauer ist je nach der Organismenart und den äußeren Verhältnissen verschieden lang, sie kann in manchen Fällen nur Tage, ja Stunden dauern. So verstehen wir unter ‚der Gesamtproduktion einer Lebensstätte während eines Jahres' neben Organismen mit einjährigem Zyklus (monozyklische) auch solche Tiere und Pflanzen, von denen während des Jahres eine ganze Anzahl von Generationen entstehen und vergehen (polyzyklische). Die Festlegung des Jahres als Zeiteinheit für die Produktion ist für polyzyklische Organismen auch in unseren Breiten etwas Willkürliches.

Gehen wir aber in die feuchten Tropen, in Gegenden mit einem Klima, das das ganze Jahr hindurch kaum irgendwelche Unterschiede zeigt, also z. B. nach Südsumatra, so wird diese Festlegung für alle Organismen willkürlich: denn auch die höhere Vegetation wie auch die höhere Tierwelt ist in ihren Produktionsverhältnissen dort nicht an einen Jahresrhythmus gebunden. Hier in den Tropen ist — sieht man von den Gebieten mit einem scharfen Wechsel zwischen Regenzeit und Trockenzeit ab — das ‚Jahr' durchaus keine natürliche Zeiteinheit der Produktion. Tropische Verhältnisse sind aber biologisch die ursprünglichen, die Verhältnisse der höheren Breiten die abgeleiteten!

8. Behalten wir trotzdem das Jahr als allgemeine Zeiteinheit für die Produktion einer natürlichen Lebensstätte bei — und wir werden dies wohl tun müssen, wollen wir überhaupt vergleichbare Ergebnisse erzielen —, so liegt die Schwierigkeit in der Erfassung der ‚Produktion' der polyzyklischen Formen. Dazu kommt für tropische Gebiete die

Schwierigkeit der Bestimmung des Zuwachses dauernd grünender Pflanzen. Wäre uns der Vermehrungsfuß (Schizotokus) all der einzelnen polyzyklischen Tiere und Pflanzen einer Lebensstätte bekannt, so wäre schon etwas gewonnen. Aber doch auch nur etwas. Denn der abgestorbene und wieder zersetzte Organismus erscheint ja zum Teil wieder in der nächstfolgenden Generation, die aus den von den vergangenen Organismen wieder freigegebenen Stoffen ihre Körper aufs neue aufbaut. Indem aber unsere Produktionsdefinition von der ‚Gesamtmenge der während der Zeiteinheit innerhalb des Biotops gebildeten Organismen' spricht, berücksichtigt sie nicht, daß der gleiche Stoff in immer neuen, zeitlich sich ablösenden ‚Inkarnationen' erscheinen kann.

9. Eine weitere Schwierigkeit erwächst daraus, daß es auch in unseren Breiten keine absolute ‚Produktionspause' gibt: der thermische Optimalbereich liegt für manche Organismen stark nach dem Nullpunkte der Temperaturskala verschoben. So können in unseren baltischen Seen Diatomeen gerade im Winter ihr Entwicklungsmaximum haben. Gäbe es ein solch vollständiges winterliches Stocken der Produktion an organischer Substanz, so könnte man am Ende der Produktionsperiode doch wenigstens die Quantität der Biomasse feststellen: so ist aber noch nicht einmal dies restlos möglich!

10. Die ‚Produktivität' einer natürlichen Lebensstätte und ihre Produktion an organischer Substanz in dem oben definierten Sinne läßt sich quantitativ nicht fassen. Denn in ihr liegt außer der Quantität (und Qualität) der Lebenserfüllung des Biotops auch die Intensität der in ihnen sich abspielenden Stoffkreislaufvorgänge. Natürlich liegt es nahe, die Definition anders, enger zu gestalten, und so zu schärferen, quantitativ faßbaren Teilbegriffen zu gelangen. Doch glaube ich, man wird auch den weiteren Begriff, wie wir ihn hier umschrieben haben, bei der vergleichenden Behandlung der stofflichen Umsetzungen innerhalb der Lebensstätten nicht entbehren können. Ob man ihn, wie wir es hier getan haben, mit dem Ausdruck ‚Produktion' bezeichnet oder ein anderes Wort für ihn prägt, ist von geringerer Bedeutung."

Beobachtungen über einige Tipula-Arten bei Berlebeck i. L. (Teutoburger Wald) im Mai 1932.

Von Walther Kruel (Göttingen).

Am 1. Mai 1932 nachmittags sah ich die „erste" Tipula-Imago in diesem Jahre: Sie war wohl aufgescheucht worden und schien aufgeflogen zu sein von einer mit Polytrichum-Moos überwucherten Stelle eines sonst grasigen, etwa drei Meter hohen Steilufers (N-Hang) an einem kleinen Bache. Dieses Gewässer entspringt mit einer „stenothermen" Quelle nahe beim Forsthaus Hirschberg und fließt das ganze Jahr hindurch; es versiegt selbst im trockensten Sommer nie gänzlich. Leider konnte die Mücke nicht gefangen werden, da es für mich sehr schwierig war, sie in den Augen zu behalten. Sie war mittelgroß bis klein und flog ziemlich geschickt. Es muß sich um ein männliches Stück gehandelt haben.

Tipula lateralis var. montium (Egger). Am folgenden Tage (2. Mai 1932) bekam ich an derselben Stelle, in deren Nähe am schattigen Uferabhang auch Buschwerk stockt (und zwar: *Symphoricarpus racemosus* mit *Corylus avellana* im Überbau, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Rhamnus frangula*, *Crataegus oxyacantha* u. a.), ein Männchen der Art *Tipula lateralis var. montium* (Egger) in die Hände. Das Stück war mittelgroß und sehr frisch. Es konnte erst vor kurzem ausgekrochen sein und war noch nicht sehr fluggewandt. Es ist daher anzunehmen, daß die am Vortage beobachtete Tipulide ebenfalls ein *Lateralis-montium*-Männchen war. Weiterhin konnte die Flugzeit der betreffenden Art erst soeben eingesetzt haben: Trotz eifrigen und aufmerksamen Nachgehens konnte kein „drittes" Exemplar (noch eine andere Art überhaupt!) aufgefunden werden, und die Tatsache, daß es sich um männliche Tiere gehandelt hat, spricht ja an sich dafür.

Am 15.—17. Mai 1932 habe ich *Tipula lateralis montium* (Egger) so oft gefangen (und auch gesehen und mit Sicherheit am Fluge als montium erkannt), sowohl männliche Tiere als auch Weibchen und einmal eine Copula, am 15. Mai 1932, daß der Häufigkeitsgrad der genannten Art mit „nicht selten" zu bezeichnen sein dürfte. Diese Form fliegt beim Forsthaus Hirschberg in der Nähe des kleinen Baches mit der stenothermen Quelle, hier in dessen Oberlaufgebiet, und an den kleinen natürlichen Rinnsalen, die sich in das Bächlein ergießen, und scheint das Buschwerk unmittelbar am Ufer zu lieben. Die Hauptflugzeit im Frühjahr 1932 (erste Generation: Frühjahrsgeneration) war Mitte Mai wohl schon beendet, obgleich noch eine Copula erbeutet wurde; etwa 200 Meter entfernt von diesem Flugplatze wurde mitten in der Feldmark am 16. Mai 1932 ein großes *Montium*-Weibchen im Fluge erhascht: es war abgeflogen und hatte seine Eier schon abgesetzt. Sonst habe ich meist Männchen eingetragen, von mittlerer bis kleiner (!) Art-Größe. Die Männchen fliegen sehr gut und geschickt, so daß man sie nur zu leicht aus den Augen verliert. Sie sind ziemlich scheu und ruhen gerne, mit gespreizten Flügeln, im Blattwerke des Gesträuchs usw. Ein Männchen wurde am 16. Mai 1932 am beginnenden Unterlauf des Baches, der nach einer Gesamtflußlänge von etwa 1 km in die Berlebecke einmündet, an einer *Carpinus Betulus*-Hecke gefangen: das Tier ließ sich auf den auf dem Wasserspiegel eines kleinen Spülteiches flutenden Blättern eines Grases nieder, wo es leicht aufgenommen werden konnte.

Es ist noch hinzuzufügen, daß ich am 10. Juli 1932 auf demselben Flugplatze der *lateralis-montium* beim Forsthaus Hirschberg ein zierliches männliches Stück fing, das meiner Meinung nach einer anderen Generation (etwa der zweiten) als die Frühjahrstiere angehörte. Ob es im Jahre noch mehr Generationen gibt (eine Dritte bis n-te), ist vorderhand nicht zu entscheiden; ich möchte es fast bejahen, jedenfalls aber gibt es eine zweite, höchst wahrscheinlich auch eine dritte Generation (Herbstgeneration), denn im vergangenen Jahre fing ich ein Männchen dieser Art noch am 8. Oktober im Innern des Forsthauses Hirschberg. Es ist aber zu betonen, daß die Häufigkeit mit der *lateralis-montium* in diesem Jahre als Frühjahrsgeneration auftrat, bisher zu keiner anderen Zeit von mir festgestellt werden konnte.

Tipula vittata (Meigen). Diese stattliche, große und hübsch bunte Art (mit schön und auffallend hell gebänderten Flügeln) aus der Gruppe der Tipuliden mit „gefleckten" Flügeln, hatte Mitte Mai 1932 den Höhepunkt ihrer Flugzeit erreicht. Sie war an ihrem Hauptflugort „häufig". Das ist der obere Unterlauf des Baches mit der stenothermen Quelle, soweit auf seinen Uferbänken Gebüsch, besonders *Crataegus oxyacantha* steht. Ein Männchen fing ich aber auch am Bach-Oberlaufe, am 16. Mai 1932, im *Lateralis-montium*-Gebiete. Diese Art liebt demnach, wie jene, heckengesäumte Ufer kleiner und kleinster Bachläufe: sie ist Schatten- und Feuchtigkeit-hold. Der Flug ist nicht so gewandt wie bei *lateralis-montium*, und, da die Tiere im Durchschnitt auch größer sind als jene, ist ihnen leichter mit dem Blicke zu folgen als den *montium*. *Lateralis-montium* fliegt auch ausdauernder und unregelmäßiger in der Richtung des Fluges, zwar meist über dem niederen Kraut- und Blattwerke, oft aber auch höher hinauf ins Baumgebiet, wenn dieses — im Überbau etwa — vorhanden ist. *Vittata* schwingt sich selten hoch hinauf und läßt sich, auch als Männchen, öfter nieder. Als Schwärmzeit am Tage bevorzugen diese Tiere den Spätnachmittag, wenn die Sonne untergeht, und die Zeit über den frühen Abend bis in die Dämmerung hinein (wohl auch die Dunkelheit?). Sie meiden die grelle und warme Sonne: an sonnenlosen und trüben, aber nicht gerade regnerischen und kühlen Tagen schwärmen sie den ganzen Tag über. Am 16. Mai 1932 (spät nachmittags) sah ich wiederholt, wie die Weibchen mit der Ei-Ablage beschäftigt waren: sie flogen langsam und wippend, unmittelbar über den kahlen sandigfeuchten Stellen des Bachufers, besonders an einer, bei Hochwasser nach anhaltendem Regen überschwemmten nackten Sandstelle und unter einem *Crataegus*-Busche und stocherten mit ihrem Legebohrer tastend zwischen den Krümchen und Unebenheiten des Erdbodens herum. Die Männchen waren um diese Zeit ebenfalls sehr rege und suchten

offenbar nach unbefruchteten Weibchen. Ein Männchen saugte, mit dem Leibe nach vorn und unten wippend, begierig den „Honigtau von den frisch getriebenen, noch etwas klebrigen Blättchen eines *Crataegus*-Zweiges in mittlerer Höhe über dem Boden. Am 17. Mai 1932 (früh nachmittags) fing ich ein eben ausgekrochenes (noch ganz weiches und nicht ausgefärbtes) weibliches Exemplar an einer *Carpinus Betulus*-Hecke auf einer nach N abfallenden Anhöhe in einiger Entfernung, etwa 50 m seitab, vom Oberlaufe jenes kleinen Baches; dieser Fundort ist also weitab von dem als solchen bezeichneten „eigentlichen" Flugplatz der *vittata* am Bachunterlaufe (etwa 700 m) und außerhalb des *lateralis-montium*-Gebietes. Sonst habe ich die Art nicht beobachtet.

Schiner führt *Tipula vittata* in seiner „Fauna austria" für das österreichische Faunengebiet als „sehr selten" auf. Nach meinem Dafürhalten ist *vittata* sehr lokal beschränkt, so daß die Möglichkeit besteht, sie zu übersehen, auch wenn sie an ihrem jeweiligen Flugplatze häufig ist. Da sie außerdem eine ausgesprochene Frühjahrstipulide ist, die nur eine relativ kurze Erscheinungszeit hat, wird ein Übersehen noch wahrscheinlicher. Diese Erwägungen gelten selbstverständlich nur für das nördlichere speziell nordwestdeutsche Faunengebiet, gleichwie die Feststellung, daß die *vittata* eine einjährige Generation hat.

Tipula varipennis (Meigen). Wenn *Tipula lateralis-montium* für den Oberlauf und vielleicht noch mehr *Tipula vittata* für den Mittel- bis Unterlauf sich mit Vorliebe in der mittelbaren Nähe des offenen, schnell fließenden Wassers kleiner Bäche aufhalten, so kommt *Tipula varipennis* (Meigen) dagegen (weit) entfernt vom offenen Wasser vor. Ich fing sie in Mehrzahl (Männchen und ein Weibchen) Mitte Mai 1932 an einer Hecke von *Crataegus oxyacantha* in der Feldmark zwischen Forsthaus Hirschberg und dem Fuße des Hahnberges. Ich stellte sie auch einmal am 17. Mai 1932 auf dem Winnefelde fest, oberhalb Berlebecks, mitten im Teutoburger Walde auf einem hoch gelegenen, trockenen Grasplateau, wo sie in der Nähe der umgrenzenden Buchenwälder am Rande der Grasfläche hochging. Der Flug ist ziemlich geschickt und lebhaft; die Art ist scheu. Sie setzt sich gern in Hecken und Gebüsch, in dem sie sich auch bei Tage aufzuhalten pflegt. Sie war an der Hecke bei Forsthaus Hirschberg Mitte Mai 1932 ziemlich häufig anzutreffen.

Ich möchte dieses Frühjahrstier mit einjähriger Generation als silvicol bezeichnen. Zumindest aber ist es ein Tier der Parklandschaft. Im Walde liebt *varipennis* die grasigen lichteren Stellen, die Lichtungen und Blößen, die offenen Wegränder und unbestockten Stellen der Schonungen. Am 24. Mai 1931 war *Tipula varipennis* die Leitform-Tipulide in der 12—15jährigen Buchenverjüngungsschonung des Distrikts „Hohnei". Die Tiere flogen an diesem Tage nachmittags in beiden Geschlechtern lebhaft auf den Grasplätzen der Schonung umher, meist in geringer Höhe über dem Boden und flüchteten bei einer Gefahr stets in das dunkle und dichte Buchen-Jungholz der Schonung. Sie waren aber leicht mit der Hand zu fangen. Diese letzten Beobachtungen beziehen sich auf Laubholzwaldungen; inwieweit sie auch für den Nadelwald zutreffen, entzieht sich meiner Beurteilung; ich glaube aber unter Berücksichtigung des Vorkommens anderer Wald-Tipuliden, daß auch *varipennis* den geschlossenen Nadelhochwald meidet.

Tipula gigantea (Schranck). Diese riesige Schnake, die bei uns ziemlich häufig ist, habe ich spät abends, in der Dämmerung, am 16. Mai 1932 in einem weiblichen Stück gefangen, und zwar am Köder: sie saß fest über einem eingetrockneten Tröpfchen Apfelmost außen an der Haustüre des Forsthauses und leckte begierig daran. Einige Tage später beobachtete ich *gigantea* hie und da: so fing ich ein Männchen gegen Abend in den Strahlen der untergehenden Sonne auf einem Wege, nahe der Mündung des vorerwähnten Baches in die Berlebecke, wo es stürmisch hin und her flog. *Gigantea* scheint sich hauptsächlich auf Wiesen, Weiden, Triften u. a., also mehr in offenem Gelände, aufzuhalten. Ein Männchen stammt von einer Kuhweide beim Forsthaus Hirschberg. Diese Art ist namentlich im männlichen Geschlechte sehr scheu und fluglustig; so ist mir ein Männchen in Erinnerung, das aber in lichtem Buchengehölz (Distrikt „Kleebrink"),

allerdings nahe am Waldrande angetroffen wurde; das Tier suchte sich zum Ausruhen einen Buchenstamm aus oder dergleichen und flog jedesmal schnell auf, wenn ich fast unmerklich und vorsichtig meine Hand näherte, dabei dünkte es mich bisweilen, als könnte das Tier mich „hören". Ich habe überhaupt den Eindruck gewonnen, daß *gigantea* — besonders als Männchen — zu den scheuesten und behenden und dabei im Fluge sehr gewandten *Tipula*-Arten gehört. Sie ist in ihrer Erscheinungszeit auf das Frühjahr beschränkt, findet sich somit in einjähriger Generation vor.

Andere als die namentlich aufgeführten Arten der Gattung *Tipula* habe ich in der angegebenen Zeit — 1. und 2. Mai, bezw. 15.—20. Mai 1932 — an den angegebenen Flugplätzen nicht beobachtet.

Moriz Seitner, siebzig Jahre.

(Mit 1 Abbildung.)

Am 23. September 1932 beging Hofrat Prof. Ing. Moriz Seitner in vollster Rüstigkeit seinen siebzigsten Geburtstag.

Seitner entstammt einem alten Forstmannsgeschlecht, das aus dem Rheinland, wo es bis 1017 zurückverfolgt werden kann, im 15. Jahrhundert in Österreich einwanderte.

In den Jahren 1882—1885 studierte Seitner an der Hochschule für Bodenkultur in Wien Forstwissenschaft. Nach Beendigung des Studiums trat er in den Staatsforstdienst ein, der ihn in die verschiedensten Teile der alten Monarchie führte. Während dieser Zeit hat sich Seitner schon eingehend mit angewandter Entomologie beschäftigt. Aus dem praktischen Forstdienst, in dem er schließlich als Forstrat den Dienst eines Inspektionsbeamten versah, wurde er 1911 als Nachfolger Wachtels auf den Lehrstuhl für Forstschutz und forstliche Entomologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien berufen. Hier wirkte er segensreich von 1911—1931 als Lehrer und Forscher und trat 1931 auf eigenen Wunsch, vor Erreichung der Altersgrenze, die der Lehrtätigkeit des akademischen Lehrers gesetzt ist, in den dauernden Ruhestand.

Schon frühzeitig hat sich Seitner mit Entomologie beschäftigt. Eine intensive Sammeltätigkeit, die er schon als Mittelschüler pflegte, vermittelte ihm eine ungemein vielseitige und reiche Formenkenntnis.

Seitners Forschertätigkeit beginnt schon in den Jahren des praktischen Forstdienstes. Zunächst sind es die den Forstmann viel beschäftigenden Borkenkäfer, denen er sein Augenmerk zuwendet. Die erste Arbeit ist die Beschreibung einer neuen, in Tirol entdeckten Art: *Pityophthorus Henscheli* Seitner.

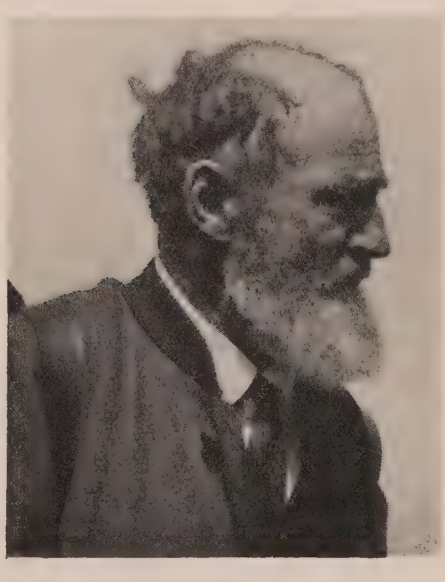
Bald wendet sich Seitner der schwierigen Erfoschung der Schädlinge forstlicher Sämereien zu. Dieser seiner alten Liebe ist er neben vielen anderen Forschungen bis heute treu geblieben. Die ersten Arbeiten über Samenschädlinge stammen noch aus der Zeit forstlicher Praxis; gerade besonders schwierige Arten hat Seitner in der spärlichen freien Zeit, die der anstrengende forstliche Beruf in den Alpenländern gewährt, bearbeitet. So *Resseliella piceae* Seitner, die Tannensamengallmücke, und *Plemeliella abietina* Seitner, die Fichtensamengallmücke; deren mehrjährige Generationsdauer erforderten jahrelanges Studium. Ein Beweis, daß die wahre Forschernatur auch unter den schwierigsten Verhältnissen und unter den größten Opfern dem Forscherdrange folgen muß.

Seitner hat sich besonders eingehend mit biocönotischen Fragen beschäftigt. Wissenschaft und Praxis verdanken ihm umfangreiche und wertvolle Studien in dieser Richtung. Viele dieser Studien mußten z. B. während der Kriegszeit mit eigenen Mitteln durchgeführt werden. Es sei nur an die Arbeiten über den achtzähnigen Fichtenborkenkäfer, *Ips typographus* L., den Kiefernspinner und den Kiefernspanner erinnert. Im Zusammenhang mit Studien über die Lebensvereine schädlicher Forstinsekten hat Seitner die Wissenschaft mit der Erforschung und Klärung zahlreicher Parasitenbiologien bereichert. So tragen denn auch viele Arten, insbesondere parasitisch und räuberisch lebender Insekten

seinen Namen; z. B. *Lonchaea Seitneri* Hendel; *Phaenocarpa Seitneri* Fahringer; *Ipocoelius Seitneri* Ruschka; *Seitneria austriaca* Tavares. — Die neuzeitlichen Richtungen der Entomologie, denen Seitner stets das größte Interesse entgegenbrachte, haben durch ihn viele Anregungen und immer warme Förderung erfahren.

Auch mit organisatorischen und allgemeinen Fragen hat sich Seitner beschäftigt. Zeugnis hievon gibt z. B. die Rektorsrede (1916) „Ziele der angewandten forstlichen Entomologie", in der ein Organisationsprogramm für die österreichische forstliche Entomologie entworfen wird. Auf dieses Programm, das heute noch aktuell ist, wird bei besseren staatsfinanziellen Verhältnissen, die hoffentlich in nicht zu ferner Zeit liegen, zurückgekommen werden müssen.

In jahrzehntelanger unermüdlicher Forschertätigkeit hat Seitner eine lückenlose und einzigartige Zusammenfassung aller tierischen Schädlinge seiner geliebten Zirbe geschaffen. Darunter befinden sich viele neue, oder zumindestens an der Zirbe noch nicht bekannte Arten mit ihren Räubern und Parasiten. So hat er, um nur ein Beispiel herauszugreifen, den komplizierten Zyklus der neuen *Lachnus cembrae* Seitner eingehend studiert und bis in die letzten Einzelheiten geklärt. Die Bearbeitung der Zirbenschädlinge und ihrer Lebensvereine ist ein Meisterwerk, das bei der Grazer Jubiläumsausstellung die größte Bewunderung der Fachwelt erregte.



Hofrat Prof. Ing. Moriz Seitner.

Nicht nur als Forscher, sondern auch als akademischer Lehrer war Seitner vorbildlich. Die Klarheit und Prägnanz seines Ausdruckes waren charakteristisch für die Art seines Vortrages, in dem stets die ganzheitliche Betrachtungsweise alle Darstellungen beherrschte. Seitners Schüler nahmen ein wissenschaftlich gründlich fundiertes, praktisches Können für das Leben mit.

Seitner war eine der markantesten Persönlichkeiten im Lehrkörper der Hochschule für Bodenkultur in Wien. Wollte man ihn nur als Forscher und akademischen Lehrer würdigen, so käme ein nur unvollständiges Bild zustande, wenn man nicht auch des hohen Menschentums gedächte, das den Jubilar auszeichnet. Größte Strenge gegen sich selbst, schärfstes Verantwortungsgefühl, weitgehende selbstverständliche Pflichterfüllung, überaus große Bescheidenheit und Selbstlosigkeit, klares unbeeinflußbares und gerechtes Urteil, großes und tiefes menschliches Verstehen, väterliche Güte und Hilfsbereitschaft sind nur einige wenige seiner hervorragenden menschlichen Eigenschaften. Es ist daher selbstverständlich, daß Seitner nicht nur die unbedingte Verehrung seiner Schüler, Verehrer und Freunde besitzt, sondern vor allem ihr Herz. Seitner ist eine ganz große Persönlichkeit, deren hohe menschliche Eigenschaften alle jene, denen es vergönnt ist, mit ihm in Fühlung zu stehen, in ihren Bann zieht; ein Mensch in des Wortes edelster und höchster Bedeutung.

Zu dem hohen Ansehen und dem wissenschaftlichen Ruf, den die Hochschule für Bodenkultur in Wien heute genießt, hat Seitner wesentlich beigetragen. Durch zwei Jahrzehnte hat er als Ordinarius der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie vorgestanden, ihre alte Tradition nicht nur wahrend sondern in neuzeitlichem Geiste er-

weitemd. Die einzigartigen biologischen und insbesondere biocönotischen Sammlungen, die die Bewunderung jedes Besuchers erregen, sind Seitners Werk.

Mögen dem Jubilar noch viele frohe Jahre des ihm so lieben entomologischen Schaffens gegönnt sein; möge ihm inmitten seines geliebten Waldes, seiner geliebten Bergwelt vieles und langes freudiges Erleben beschieden sein!

Seitners wichtigste wissenschaftliche Veröffentlichungen.

1887. Ein neuer Borkenkäfer aus Tirol (*Pityophthorus Henscheli*). (Wiener Etom. Zeitg.)
1906. *Resseliella piceae*, die Tannensamengallmücke. (Verhandlgn. d. k. k. Zool. bot. Ges.)
1908. Die Fichtensamengallmücke (*Plemeliella abietina*). (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1911. Bemerkungen zu Gattung *Polygraphus* und Aufstellung der Gattung *Pseudopolygraphus* n. gen. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1914. *Phloeosinus Henscheli* Reitter. Ein Beitrag zur Systematik und Biologie dieses Borkenkäfers. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1915. Beobachtungen beim Kiefernspinnerfraß im großen Föhrenwalde bei Wr. Neustadt 1913/14. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1916. Über Nadelholzsamen zerstörende Chalcididen. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.) (Beschreibung und Biologie dreier neuer *Megastigmus*-Arten, mit einer Bestimmungstabelle der *Megastigmus*-Arten überhaupt.)
1916. Ziele der angewandten forstlichen Entomologie. Rektorsrede. (Bericht der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien 1916.)
1920. Zwei neue *Phloeophthorus*-Arten aus der Herzegovina. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.) (*Phloeophthorus Geschwindi* Seitner und *Ph. hercegovinensis* Seitner.)
1921. Der Kiefernspanner in Galizien 1915—1917. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1922. Kurze Anleitung zur Bekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers, *Ips typographus* L. (E. Steinbock, Wien.)
1923. Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers, *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 und 1922. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien, 1923 und 1924.)
1925. *Lonchaea viridana* Meig., ein Tannenzapfen- und Samenschädling. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)
1925. *Pityophthorus Henscheli* Seitner und sein Parasit *Cosmophorus Henscheli* Ruschka. (Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 11.)
1927. Aus der Praxis der Kiefernspinnerbekämpfung. (Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 12.)
1929. Die Bedeutung der Lebensgemeinschaften für den Forstschutz gegen Tiere. (Wiener Allg. Forst- u. Jagdzeitg. Nr. 2, 3.)
1929. *Chortophila laricicola* Karl., die Lärchenzapfen- und Samenfliege und ihre Feinde: Parasiten und Räuber. (Centralbl. f. d. ges. Forstwes. Wien.)

E. Schimitschek.

Der V. Internationale Entomologenkongreß in Paris.

Von H. Eidmann, Hann. Münden.

Am 18. Juli 1932 wurde in dem Auditorium maximum des Institut National Agronomique in Paris unter dem Ehrenvorsitz des französischen Landwirtschaftsministers A. Gardey der V. Internationale Entomologenkongreß eröffnet. Der vorige IV. Kongreß, welcher im Jahre 1928 in Ithaca, U. S. A. stattfand, hatte als Tagungsort für den V. Kongreß Paris gewählt und diesen Beschluß besonders im Hinblick darauf gefaßt, daß im Jahre 1932 die Société Entomologique de France, die älteste entomologische Ge-

sellschaft der Welt, auf ein hundertjähriges Bestehen zurückblicken konnte und ihre Hundertjahrfeier in großem und würdigem Rahmen begehen wollte. Durch zeitliche Zusammenlegung mit dem Kongreß sollte den Entomologen die Möglichkeit gegeben werden, beide Veranstaltungen zu besuchen, und die Einladung der französischen Delegierten in Ithaca fand daher allgemeinen Widerhall.

Die Hundertjahrfeier der Société Entomologique de France, welche dem Kongreß unmittelbar vorausging, fand am 16. Juli 1932 statt. In ihrem Mittelpunkt stand die feierliche Sitzung im großen Hörsaal des Museum National d'Histoire Naturelle, welche von dem Kultusminister A. de Monzie als Ehrenpräsidenten eröffnet wurde. Die Sitzung, welcher der Präsident der Republik A. Lebrun, sowie mehrere Mitglieder des französischen Kabinetts beiwohnten, gestaltete sich zu einer erhebenden Feier. Sie vereinigte die Mitglieder der Gesellschaft und die zahllosen Gäste, welche von den Behörden und entomologischen Organisationen fast aller Herren Länder zu der Feier entsandt worden waren. Im Mittelpunkt der Feier standen die Ansprachen, welche von Prof. R. Jeannel, dem Präsidenten der Soc. Ent. de France, von E. L. Bouvier, dem Ehrenpräsidenten der Gesellschaft und dem Kultusminister gehalten wurden. In ihnen wurde besonders auf die Geschichte der Gesellschaft und ihre Bedeutnng für die Entwicklung der Entomologie hingewiesen. Anschließend daran fand die Überreichung der Glückwunschadressen durch die Delegierten statt, wobei der greise Gadeau de Kerville für die französischen, der Belgier Lameere im Namen der nichtfranzösischen Delegierten sprach.

Zu ihrer Hundertjahrfeier hatte die Société Entomologique de France eine Festschrift (*Livre du Centenaire*, Paris, 1932) herausgegeben, einen stattlichen, mehr als 700 Seiten starken, gut ausgestatteten Band, der sämtlichen Delegierten überreicht wurde. Diese Festschrift gibt zunächst in einem umfangreichen Artikel von P. de Peyerimhoff einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Gesellschaft und enthält außerdem noch etwa 60 Arbeiten meist systematischen Inhaltes, welche von namhaften Entomologen der ganzen Welt als Festgabe beigesteuert wurden und den Festband zu einer Publikation von allgemeinem und bleibendem Wert machen.

Der Abend des 16. Juli vereinigte die Mitglieder und Gäste der Société Entomologique zu einem Festessen im Hotel Claridge, welches allen Teilnehmern in bester Erinnerung bleiben wird. Manche alte Bekannte, die sich seit Jahren und Jahrzehnten nicht gesehen hatten, trafen sich hier, neue Freundschaften wurden geschlossen, und die mit Humor gewürzten Tischreden trugen das Ihre dazu bei, für einen harmonischen Ausklang des Festtages zu sorgen. Am nächsten Vormittag versammelten sich die Teilnehmer an der Hundertjahrfeier am Grab Latreilles auf dem Friedhof Père-Lachaise, um des größten Mitgliedes der Soc. Ent. de France zu gedenken und sein Andenken durch eine Kranzniederlegung zu ehren. Damit endeten die Feierlichkeiten der Hundertjahrfeier.

Am Montag, den 28. Juli wurde dann, wie bereits eingangs erwähnt, der Entomologenkongreß in einer feierlichen Sitzung eröffnet. In seiner Eröffnungsrede wies der französische Landwirtschaftsminister A. Gardey auf die große wirtschaftliche Bedeutung der Insekten hin und verkündete eine Reihe von Ehrungen und Ernennungen französischer Entomologen durch die Regierung. Die Festrede hielt der Präsident des Kongresses Prof. P. Marchal. Er gab einen Überblick über die zahlreichen und wichtigen Probleme in der Entomologie, ihre Bedeutung für die allgemeine Biologie und ihren gegenwärtigen Stand. Seiner mit großem Beifall aufgenommenen Rede folgten eine Reihe von Fachvorträgen und der Bericht des Sekretärs des permanenten Kongreß-Komitees, K. Jordan, der die Eröffnungssitzung schloß.

Über die Zahl der Kongreßteilnehmer kann ich vorläufig nur ungefähre Anhaltspunkte geben, da noch in letzter Minute zahlreiche Änderungen eintraten, indem viele, die ihr Kommen angezeigt hatten, absagen mußten, andererseits auch viele nicht angemeldete Teilnehmer kurz vor oder während des Kongresses noch erschienen. Die Liste der Kongreßteilnehmer, welche ihr Kommen angemeldet hatten (ordentliche und assoziierte Kongreßmitglieder) zeigt 396 Namen. Davon entfällt der Hauptanteil, wie zu er-

warten war, auf das Kongreßland Frankreich mit mehr als einem Viertel, es folgen England, die Vereinigten Staaten, die Schweiz, Italien und Deutschland. In Anbetracht der Weltwirtschaftskrise, welche es vielen Organisationen unmöglich machte, Delegierte zu entsenden und zahlreiche Entomologen daran hinderte, die Kosten zu dem Besuch des Kongresses aufzubringen, muß der Besuch als sehr gut bezeichnet werden.

Der Kongreß dauerte von Montag, den 18. bis Samstag, den 23. Juli. Mittwoch der 20. Juli war als Ruhetag ausersehen und für einen Ausflug nach Fontainebleau vorbehalten, an den anderen Tagen fanden die Sitzungen statt. Es war zweifellos ein guter Gedanke der Kongreßleitung, die anstrengenden Arbeitstage durch einen Ruhetag zu unterbrechen, der den Teilnehmern überdies eine Reihe von schönen und interessanten Eindrücken vermittelte und ihnen auch zum Sammeln Gelegenheit gab. Andererseits muß jedoch auch gesagt werden, daß dadurch die zur Bewältigung des riesigen Programmes ohnehin kurze Zeit noch weiter eingeschränkt wurde, was sich gegen Ende des Kongresses in einer für die Vortragenden und Zuhörer in gleicher Weise unangenehmen erheblichen Beschränkung der Vortragszeit auswirken mußte.

Bei dem gewaltigen Umfang der Entomologie und der großen Zahl der angemeldeten Vorträge hatte man entsprechend der Gepflogenheit auf den früheren Kongressen eine ganze Reihe von Sektionen gebildet, welche Parallelsitzungen abhielten. Es wurde dabei so verfahren, daß die Vormittage den allgemeinen Sitzungen vorbehalten blieben, und an den Nachmittagen die Sektionssitzungen stattfanden. Die allgemeinen Sitzungen fanden mit Ausnahme der beiden letzten Kongreßtage an sämtlichen Vormittagen statt. Am 21. Juli hielt die Société de Biogéographie im Rahmen der großen allgemeinen Vormittagssitzung ihre Versammlung ab; dementsprechand waren die Vorträge in dieser Sitzung ausschließlich tiergeographischen Inhaltes.

Für die übrigen Sitzungen waren 8 Sektionen gebildet, nämlich:

1. Allgemeine Entomologie.
2. Morphologie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte.
3. Ökologie und Biogeographie.
4. Angewandte Entomologie (landwirtschaftliche Entomologie).
5. Medizinische und veterinärmedizinische Entomologie.
6. Forstentomologie.
7. Bienenzucht.
8. Nomenklatur.

Somit gehörte nicht weniger als die Hälfte aller Sektionen zur angewandten Entomologie, ein Zeichen für die große Bedeutung und den gewaltigen Umfang, welche die angewandte Entomologie heute schon erreicht hat. Wenn ich in meinem Bericht über den III. Internationalen Entomologenkongreß in Zürich im Jahre 1925 (Forstwissenschaftliches Centralblatt, Bd. 47, 1925) bereits auf die große Rolle hinwies, welche damals die angewandte Entomologie spielte, so kann für den V. Kongreß gesagt werden, daß sie durchaus in dem Vordergrund stand und eine dominierende Stellung einnahm. Dies ist zweifellos ein begrüßenswertes Zeichen für die wachsende Erkenntnis von der immer noch nicht in vollem Umfang erkannten enormen wirtschaftlichen Bedeutung, welche den Insekten zukommt. Die ursprünglich noch angekündigte, gleichfalls angewandt entomologische Sektion über Seidenzucht hielt keine besondere Sitzung ab. Im Rahmen der Sektion für Bienenzucht tagte der IX. Internationale Kongreß für Bienenzucht und die Jahresversammlung des Apis Clubs. Die Sektion für angewandte Entomologie hatte in 2 Sitzungen besondere Themen zur Diskussion gestellt, nämlich in der Sitzung vom 22. Juli, welche unter der Leitung B. P. Uvarovs stand, das Heuschreckenproblem und in der Sitzung vom 23. Juli unter dem Präsidium von E. Malenotti die Insecticide. Es wurden insgesamt 23 Sektionssitzungen abgehalten, von denen 12, also mehr als die Hälfte, angewandt entomologische waren.

Es ist hier nicht der Ort, über die Vorträge und die Arbeit des Kongresses im Einzelnen zu berichten; der später erscheinende Kongreßbericht wird darüber eingehende

Auskunft geben. Es sei nur kurz auf den angewandt entomologischen Teil des Kongresses eingegangen. Es waren im ganzen 69 Vorträge angewandt entomologischen Inhaltes angekündigt worden, die auch zum größten Teil gehalten wurden, und welche sich auf alle wichtigeren Fragen der angewandten Entomologie erstreckten. Schon die oben aufgeführte Einteilung der Einzelsektionen im Rahmen der angewandten Entomologie und die beiden Sitzungen, in denen besondere Themen behandelt wurden, zeigen, welche Fragen im Vordergrunde des Interesses standen. Besonders zahlreich waren unter den angewandt entomologischen Sektionen die Vorträge der Sektion für Bienenzucht, was wohl vor allem dem Umstande zuzuschreiben ist, daß in ihrem Rahmen die beiden oben genannten Organisationen tagten. Neben speziellen Fragen wurden vor allem auch wichtige Probleme prinzipieller Natur von namhaften Forschern wie Uvarov u. a. behandelt. Der starke Besuch und die meist lebhafte Diskussion, welche sich an diese Vorträge anschloß, zeigte deutlich das große Interesse, welches man diesen Fragen, gerade jetzt, in einer Zeit allgemeiner Umstellung in der angewandten Entomologie entgegenbrachte. Auch die Frage der biologischen Bekämpfung von Schadinsekten wurde in verschiedenen Vorträgen eingehend behandelt. Besonders die Verwendung des Eiparasiten *Trichogramma* wurde auch „hinter den Kulissen" eifrig erörtert. Die sehr widersprechenden Ansichten und Erfahrungen hinsichtlich der Brauchbarkeit dieses Parasiten in der biologischen Bekämpfung kamen dabei deutlich zum Ausdruck. Der Vorschlag von Urich-Trinidad, eine internationale Kommission zum Studium des *Trichogramma*-Problems und zur Sammlung der gemachten Erfahrungen zu bilden, fand leider nicht genügenden Widerhall und wurde abgelehnt.

Die Kongreßleitung hatte dafür gesorgt, daß neben der wissenschaftlichen Arbeit des Kongresses auch die Geselligkeit zu ihrem Recht kam, und daß den Kongreßteilnehmern durch Veranstaltung einer Reihe von Ausflügen unter günstigen Bedingungen die Möglichkeit geboten wurde, die historischen Stätten der französischen Hauptstadt und ihrer Umgebung zu besuchen und kennenzulernen. Gerade diese Veranstaltungen gaben den Teilnehmern ausgiebige Gelegenheit zu persönlicher Fühlungnahme und Aussprache, ein Faktor, der bei allen Kongressen, ganz besonders aber den internationalen eine mindestens ebenso große, wenn nicht noch größere Rolle spielt, als der eigentliche wissenschaftliche Teil. So schloß sich an die Nachmittagssitzungen jeweils ein Tee in dem Garten des Institut Agronomique, in welchem die Sitzungen abgehalten wurden, an. Ferner hatte die Stadt Paris zu einem Empfang im Rathaus am Nachmittag des 19. Juli eingeladen. Das offizielle Festessen des Kongresses, zu dem die Société Entomologique de France eingeladen hatte, fand am Abend des 21. Juli im Restaurant des Zoologischen Gartens von Vincennes statt. Wie bei den früheren Kongressen wurden dabei von den Vertretern der einzelnen Länder kurze Trinksprüche in ihrer Muttersprache ausgebracht. Außer der erwähnten Exkursion nach Fontainebleau wurden noch Ausflüge nach Versailles, Chevreuse und nach Chantilly, sowie Rundfahrten durch Paris unternommen. Im Anschluß an den Kongreß fand dann noch eine große, achttägige Exkursion in die Pyrenäen statt, über die ich nichts berichten kann, da es mir nicht möglich war, daran teilzunehmen. Die Kongreßteilnehmer hatten für die Dauer des Kongresses freien Zutritt zu verschiedenen Museen, zu dem zoologischen Garten usw., außerdem fanden Führungen durch die entomologischen Institute und Sammlungen statt, auf denen das dort vorhandene Material gezeigt und zugänglich gemacht wurde.

Der Kongreß wurde am 24. Juli in einer großen allgemeinen Schlußsitzung, welche die Teilnehmer noch einmal in dem großen Hörsaal des Agronomischen Institutes vereinigte, geschlossen. In dieser Sitzung wurde zunächst über die von dem Kongreß zu fassenden Entschließungen abgestimmt, ferner fand die Neuwahl von Mitgliedern zu dem permanenten Exekutivkomitee statt.

Zu dem nächsten VI. Internationalen Entomologenkongreß waren von 3 Ländern, nämlich Deutschland, Ägypten und Spanien Einladungen ergangen. Wie Jordan auf der Schlußsitzung mitteilte, hatte das Exekutivkomitee einstimmig als nächsten Kongreßort Berlin gewählt, doch wurde dieser Beschluß durch eine allgemeine Neuwahl in der

Schlußsitzung umgestoßen und als Ort für den nächsten im Jahre 1935 stattfindenden VI. Internationalen Entomologenkongreß Madrid und als Präsident Bolivar sen. gewählt.

Der Pariser Kongreß wird allen Teilnehmern durch die vielen Eindrücke, die er vermittelte, durch die anregende Geselligkeit und das reiche wissenschaftliche Programm in bester Erinnerung bleiben. Hoffen wir, daß sich bei dem nächsten Kongreß die wirtschaftliche Lage soweit gebessert hat, daß er zu einer großen Kundgebung für die internationale Bedeutung der Entomologie wird, und daß besonders auch die deutschen Entomologen wieder in einer der Bedeutung und den Leistungen der deutschen Entomologie entsprechenden Zahl vertreten sein können.

Referate.

Russische Arbeiten über landwirtschaftliche Schädlinge (1929—1930).

Besprochen von Klemm (Berlin-Dahlem).

Bey-Bienko-Baranowskaja. Beobachtungen der Zwiebelschädlinge aus der Klasse der Dipteren. — Transactions of the Siberian Istitute of Agriculture and Forestry Vol. X, Nr. 2, S. 263—271. Omsk 1928. Mit englischer Zusammenfassung.

Von den an Zwiebel schädlichen Fliegen kommen im Gebiet Omsk nur zwei Arten vor: *Hylemyia antiqua* Meig. und *Eumerus tuberculatus* Rond. In der Literatur wurde *E. tuberculatus* meist mit *E. strigatus* Fall. verwechselt. Der Befallsprozent der Zwiebeln ist je nach der Zeit der Auspflanzung verschieden und schwankt von 14,8—83,3 %. Spät ausgepflanzte Zwiebeln werden viel stärker befallen. Bei einer Verspätung von etwa 15 Tagen steigt der Befall von 14,8 auf 72,3 %, bei weiterer Verspätung des Auspflanzens nahm die Befallsstärke nur noch wenig zu. Die beschädigten Zwiebeln sind durchschnittlich 7,1 g leichter als gesunde. Der Durchmesser der ersten ist jedoch nur 0,23 cm kleiner als bei den letzteren. Bekämpfungsmaßnahmen sind nicht angegeben. Das Literaturverzeichnis enthält 18 Titel.

Griwanow, K., Die Fritfliege *(Oscinella frit* Lin.) in ihrer Beziehung zu Gerste und anderem Getreide in den Bedingungen der Halbwüste. — (Laboratorium für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Krasnyj Kut.) Journal of agricultural science of S.-E. of U. S. S. R. Journal of Experiment Stations of dry regions of U. S. S. R. Bd. VIII, Heft 1, S. 123—142. Saratow 1930. Mit englischer Zusammenfassung.

Die Fritfliegenschäden sind viel die Hauptursache, die den Anbau von Gerste und Sommerweizen im unteren Wolgagebiet verhindern. Die Untersuchungen im Freien in den Jahren 1928/29 betreffen Biologie und Ökologie der Fritfliege, ihre wirtschaftliche Bedeutung, Reaktion der Pflanzen auf die Beschädigung und Einfluß der Saatzeit auf den Befall. Die 1. Generation der Fritfliege bedarf (nach Verfasser) für ihren Flug einer mittleren Tagestemperatur nicht unter 13° C (1928 15,6° [Mitte Mai], 1929 14,7° C [Anfang Mai]). Ihre Fortpflanzung erfolgte 1928 bei einer Temperatur von 18,8° C (Ende Mai), 1929 bei 18,9° (Mitte Mai). Der Flug der 2. Generation war am 1. Juli. Der größte Befall der Sommergerste entsteht, falls der Massenflug der 1. Generation mit dem kritischen Entwicklungsstadium der Pflanzen (Bildung des 2. und 3. Blattes), besonders in einem trockenen Frühjahr zusammenfällt. Dann wurde immer ein großer Prozentsatz der Halme erster Ordnung betroffen (1929 bis 54 %). Bei verspätetem Flug während des Bestockungsstadiums der Pflanzen (Gerste, Weizen, Hafer) wurden meist noch junge Halme der 2. und 3. Ordnung beschädigt (etwa 20 %). Die Beschädigung dieser sekundären Halme hat bei genügender Bodenfeuchtigkeit eine geringe wirtschaft-

liche Bedeutung. Der Befallsgrad in den einzelnen Jahren erreichte bei Gerstenhalmen 1. Ordnung bis 54 %, bei Halmen 2. Ordnung bis 73 %, bei Sommerweizen entsprechend 20,6 bezw. 28,3 %. Die Beschädigung verursachte immer eine stärkere Bestockung der Pflanzen, deren weitere Entwicklung jedoch von dem Witterungsverlauf abhängig ist. In Jahren mit starkem Fritfliegenbefall ergaben die weniger widerstandsfähigen Gerstensorten immer eine geringere Ernte als andere. Die Befallsschwankungen während des „Fritfliegenjahres" 1927 betrugen bei Sommerweizen 6,9 % (Caesium 0111) bis 30,4 % (Erythrospermum 0841), bei Hafer 0,4 (Siegeshafer Nr. 14) bis 21,0 % (Ligowo Nr. 21). Für das Gebiet Krasnyj-Kut sollte für Winterweizen in bezug auf die Vorbeugung der Fritfliegenschäden die Saatzeit ab 28. August die beste sein.

Jaroslawzew, G. M., Einfluß des Kleeschlages in der Fruchtfolge auf die Schädlingsvermehrung. — Mitteilungen für angewandte Entomologie, Bd. 4, L. 2, 319—334. Leningrad 1930. Mit deutscher Zusammenfassung.

Bei Bodenuntersuchungen einzelner Schläge eines zehnjährigen Fruchtfolgesystems der Versuchsstation bei Smolensk im Jahre 1927 wurde ein auffälliges Überhandnehmen einiger Schädlinge — Larven von Elateriden und Tipuliden — auf Kleeschlägen festgestellt. Untersucht wurden einzelne Schläge und zwar: 1. Fruchtfolgen mit dreijährigem Kleeschlag; 2. und 3. drei- und vierfeldige Fruchtfolge ohne Kleeschlag; 4. und 5. einzelne Landstriche acht- und sechsfeldiger Fruchtfolge mit zweijährigem Kleeschlag. Untersucht wurden außerdem noch einzelne Landstriche wie ein im Walde gelegenes Feld, das vor fünfzehn Jahren gerodet war (seit 1927 mit Hafer besät), Waldlichtung (Neubruch) und überschwemmbare Flußwiesen. Gesamte beobachtete Versuchsfläche 250 ha; schwerer waldartiger Lehmboden. Die Proben wurden in $^1/_8$ und $^1/_4$ m² großen Flächen schichtweise bis aus 30 cm Tiefe entnommen. Dabei hat man neben den genannten Insekten auch *Sitona, Carabidae* und Ackerschnecken berücksichtigt. Drahtwürmer: bei zwei- und dreijährigem Kleeschlage war ihre durchschnittliche Menge im Boden weit größer nicht nur gegenüber den übrigen Fruchtfolgen, sondern auch im Vergleich zu den Wald- und Wiesenparzellen. Ihren Arten nach waren die Drahtwürmer verhältnismäßig beständig; durchschnittlich waren es: *Agriotes lineatus* L. und *A. obscurus* L. — 81,5 % (erstere überwiegend vertreten), *A. sputator* L. — 4,25 %, *Athous haemorrhoidalis* F. — 0,15 %, *Athous niger* L. — 0,7 %, *Selatosomus aeneus* L. — 1,6 %, *Brachylacon murinus* L. — 0,25 % und Larven, die mit einigem Vorbehalt der Art *Limonius aeruginosus* Ol. angehören können — 11,7 %. Die größte Anzahl junger 6—15 mm Larven der Gattung *Agriotes* wurden auf Feldern mit 2 und 3 jährigem Kleeschlag gefunden. Die durchschnittliche Menge der Drahtwürmer ergab bei zehnfeldiger Fruchtfolge mit dreijährigem Kleeschlag 32,9 Stück je Quadratmeter, dagegen bei vier- und dreifeldiger Fruchtfolge ohne Kleeschlag nur 9,8 bezw. 13,0 Stück. Trotz des öfteren Vorkommens der Drahtwürmer gingen in den zwei Beobachtungsjahren nicht mehr als 26,4 % der gekeimten Wintersaatpflanzen durch den Befall zugrunde:

Winterweizen und -Roggen . . .	1927 bei 18,7 Drahtwürmern	je qm	Befall 20 %
Wintergetreide nach der Brache . .	1928 „ 50—60	„	beschädigte Pflanzen sehr selten
Sommergerste und Klee	1928 „ 28,0	„	Befall 26,4 %

Der Verfasser nimmt daher an, daß die Schäden weniger auf die Zahl der im Boden vorhandenen Drahtwürmer als auf günstige ökologische Verhältnisse ihrer Tätigkeit zurückzuführen sind und zwar hauptsächlich auf Feuchtigkeit, Temperatur, Zustand des Bodens und Entwicklung der beschädigten Pflanzen. Diese Einzelheiten sollen noch genau untersucht werden. Die schweren und bündigen Tonböden der Versuchsfelder verringerten die Schäden der Drahtwürmer beträchtlich.

a) Schnakenlarven. Felder mit Klee als Vorfrucht zeigen einen größeren Befall, am stärksten aber die Felder auf überschwemmbarer Flußwiese. In der Mehrzahl sind

auf den Feldern der Versuchsstation Larven der *Tipula paludosa* Mg., sowie einige Larven der Gattung *Pachyrrhina* beobachtet worden.

b) Ackerschnecken. Bei einem Kleestand von 294 Keimlingen je Quadratmeter waren 42,6 % Pflanzen befallen, dagegen auf dem benachbarten mit Winterroggen nach Brache bestellten Schlage betrug der Befall bei einem Roggenstand von 474 Pflanzen je Quadratmeter nur 1 %.

c) *Sitona sp.*: nach den gemachten Beobachtungen erscheint *Sitona sulcifrons* Thub. am engsten mit der Kleekultur verbunden zu sein und bildet die zahlreichste Gruppe im Kleeschlage, wo außerdem eine Reihe anderer Arten auftreten, wie z. B. *S. lineatus* L., *S. crinitus* Hrbst., *S. flavescens* Mrsh. und *S. suturalis* Stph., von denen im Herbst 1928 *S. lineatus* L. und *S. crinitus* Hrbst., die an Wicken geschlüft, in großen Mengen auf die benachbarten Kleefelder hinübergegangen waren und letztere ernstlich bedrohte.

Die erzielten Ergebnisse bringen den Verfasser zu nachstehenden Schlüssen:

1. Drei- und vierjähriger Kleeschlag begünstigt die Vermehrung bezw. Konzentration der genannten Schädlinge in der Fruchtfolge, daher sei nur ein zweijähriger Kleeschlag zu empfehlen.

2. Eine der wesentlichsten Bekämpfungsmaßnahme wäre hier das rechtzeitige Pflügen sowie gründliches Bearbeiten der Kleedecke, wobei dieses schon im Herbst — August — September — erfolgen soll, wenn die Puppen der Schnellkäfer noch im Boden ruhen; auch wird durch Umpflügen eine Masseneierablage der Schnake *(Tipula paludosa)* vermieden. Nach Klee mit starkem Drahtwurmbefall darf das Feld nicht mit Sommergetreide (Hafer, Gerste) oder Kartoffeln bestellt werden, sondern mit Lein, der unter dem Drahtwurm gewöhnlich nicht leidet. Bei starkem Auftreten der Ackerschnecken ist Wintergetreide nach Klee nicht zulässig.

3. Notwendig erscheinen Bodenuntersuchungen besonders vor Sommergetreideaussaat und ständiges Prüfen des Zustandes der Kleefelder; ein sehr stark durch Drahtwürmer befallenes Kleefeld bietet die beste Gelegenheit zu ihrer Bekämpfung. Der Verfasser bringt ausführliche Tabellen und Angaben über bekannte amerikanische chemische Bekämpfungsmittel, die erst geprüft werden sollen, sowie ein Literaturverzeichnis.

Karpowa, A. J., Beiträge zur Kenntnis der *Amaurosoma flavipes* Fall. und *A. armillatum* Zett. — (Mit 8 Abb. im Text.) Mitteilungen für angewandte Entomologie Bd. 4, L. 2, 431—449. Leningrad 1930. Mit deutscher Zusammenfassung.

Beide Fliegen gehören zu den ausgesprochenen, aber noch wenig untersuchten Schädlingen des nordwestlichen und westlichen Rußland. In den 1927—1929 durchgeführten Arbeiten wurde versucht, die Höhe des Ernteausfalles der Roggen- und Timotheegrasbestände durch beide Schädlinge festzustellen. Das Larvenstadium dauerte 15—17 Tage; das Schlüpfen der Larve erfolgte 10—12 Tage vor dem Ährenschießen der Pflanzen, so daß der Larvenfraß fast die ganze Zeit in der Blattscheide verläuft. Es wurde eine Generation pro Jahr beobachtet. Niedrige Temperaturen beeinträchtigen die Entwicklnng der Schädlinge nur unbedeutend. Die Beschädigung äußert sich hauptsächlich im Anfressen eines Teiles der Ähren. Die Larve benagt die Hüll- und Blütenspelzen und zerstört den Fruchtknoten. Timotheegras wurde stärker als Roggen angegriffen. Starker Befall hat oft eine Verkürzung des oberen Internodiums zur Folge. Ein völliges Abnagen der Ähren wurde niemals bei Roggen beobachtet, dagegen oft bei Timotheegras. Nicht gelöst blieb die Frage, ob die Larven den Ährenansatz vor dem Schießen der Ähre vernichten können. Die starke Bestockung des Timotheegrases und ihr längeres Wachstum begünstigen den Befall. Die Wirkung des Befalles ist nur in bezug auf die Hauptschädigung (Abnagen der Ähren) bestimmt worden. Bei den Untersuchungen wurden die Länge der Ähren, ihr Gesamtgewicht sowie Anzahl und Tausendkorngewicht berücksichtigt. Die Samenproduktion einer Ähre sank bei Befall: bei Timotheegras auf 78 %, bei Roggen auf 46 %. Der Befall im Jahre 1929 betrug

durchschnittlich an Timothee 20% an Roggen 10%, dies entspricht einem Ernteverlust von 10, bezw. 5%.

Koslowa, M. S., Zur Kenntnis der Widerstandsfähigkeitsfaktoren einiger Gerstensorten gegen die Fritfliege. (Mit 7 Abb. im Text.) — „Mitteilungen über angewandte Entomologie", Bd. 4, Lief. 2, 483—498. Leningrad 1930. (Mit deutscher Zusammenfassung.)

Die Untersuchungen der Bestockung und Halmentwicklungen bei *Hordeum distichum nutans colchicum* R. Reg., *Hordeum vulgare pallidum jarenskianum* R. Reg. und *Hordeum vulgare coeleste* L. sowie des Einflusses der Bestockung und Halmentwicklung auf die Schädigungen ergaben bei: a) *H. colchicum:* starke (auch bei ungenügender Bodenfeuchtigkeit), gleichmäßige und einige Tage früher als bei *H. coeleste* und *H. jarenskianum* eintretende Bestockung, bedeutende Gesamtzahl ährentragender Halme, gleichzeitige Entwickwicklung je zweier Halme und reichere Bestockung aus der Coleoptile; 60–70% der Pflanzen hatten 11 Halme; der 11. zeigte untere Bestockungsknoten und kann sich noch weiter bestocken, daher geringere Schäden; b) *H. jarenskianum:* Halme ungleich groß, wobei der Haupthalm sich in der Länge am stärksten entwickelt; Halmentwicklung nacheinander, zeigt starke Schädigung, die bei Trockenheit noch größer ist; in einigen Jahren waren infolge der unbedeutenden Bestockung und raschen Wachsens die Haupthalme gegen Schädigungen unempfindlich; c) *H. coeleste:* Haupthalm ist am besten entwickeit; die ungleichmäßige Bestockung verzögert sich bis zum Vegetationsende. Verzögertes Schossen bedingte eine starke Schädigung. Der Verf. folgert, daß eine energische Bestockung unter gleichzeitiger Entwicklung mehrerer Halme eine wertvolle Eigenschaft einiger Gerstenformen für die Verminderung der Schädigungen durch die Fritfliege darstellt. Am Schluß wird ein Literaturverzeichnis gebracht.

Kreuter, E. A., Beobachtungen und Versuche über den Einfluß der Temperatur auf Entwicklung und Verhalten der Fritfliege *Oscinosoma frit* L. — (Mit 5 Abbildungen im Text.) Mitteilungen für angewandte Entomologie Bd. 4, Lief. 2, 451—470. Leningrad 1930. (Mit deutscher Zusammenfassung.)

Die Larven der Fritfliege bedürfen für: Ruhezustand bis 6° C, Bewegungsvermögen 7—12° C und Fraßvermögen von 12° C an und höher. Dauer der Entwicklungsphasen: Ei 3—23 Tage (einer Temperatur = 37° bezw. 4° C entsprechend): Larve 7—35 Tage (Temperatur = 35° bezw. 13° C); Puparien 7—29 Tage (Temperatur = 36° bezw. 13° C). Temperaturwechsel (warme Tage, kalte Nächte) verkürzte das Puppenstadium; bei Temperaturschwankung bis —21° C hatte man noch 30% geschlüpfte Tiere. Die Lebensdauer (im Laboratorium) der Fliegen betrug 8—125 Tage (entsprechend einer Temperatur von 40° bezw. 10° C); die Entwicklung der Ovarien verlief ca. 10—50 Tage (entsprechende Temperatur —29° bezw. 4° C). Paarung und Eiablage erfolgte bei mittlerer Temperatur von 15° C, Schwankungen von 11,5—22° C). Die Eiablage war an Wintersaaten besonders gering (Temperaturen sanken bis 11—12° C). Bei andauernder Wärme von 40° C und 20% Luftfeuchtigkeit wurde keine Eiablage mehr beobachtet und die Fliegen starben nach 8 Tagen, dagegen wurde bei 38° Wärme und 30% Luftfeuchtigkeit Eiablage in den ersten 11 Tagen sowie Ausschlüpfen von Larven beobachtet, die Fliegen lebten durchschnittlich bis 24 Tage. Die neue Generation war 18—36 Tage nach dem Ausschlüpfen ihrer Eltern ausgeflogen. Die volle Entwicklung vom Ei bis zum Imago verlief 18—79 Tage. In Nordrußland überwintert das Insekt als Larve, da seine 3. Generation wegen klimatischer Verhältnisse nicht mehr zur Verpuppung kommt. Die mittlere Temperatur von etwa + 12° C erreicht (nach 34jährigen Beobachtungen) nur die 1. Septemberdekade, ab Mitte September fällt diese Temperatur schon unter + 10° C. Dort werden die Wintersaaten nur in der Zeit vom 20. August bis 20. September bestellt, so daß die Larven keine

Möglichkeit haben, sich bis zur Verpuppung aufzuhalten (normaler Larvenfraß erfordert eine Temperatur von 12° C aufwärts). Dadurch ist wohl auch die Überwinterung der Fritfliege im Larvenstadium in dieser Gegend (Leningrad) zu erklären.

Das Erwachen der Larven und zum Teil ihre Verpuppung erfolgt beim Nachlassen der Frühjahrsnachtfröste (durchschnittliche Temperatur der Bodenoberfläche betrug etwa 11—13°); optimale Verpuppungstemperatur hatte etwa + 14° C; ca. 20 Tage nach dem letzten Spätfroste ist ein normaler Flug zu erwarten; das Geschlechtsleben des Weibchens und ihrer Eiablage erfordert mindestens 11—13° C der Bodenoberfläche. Ein Literaturverzeichnis ist beigefügt.

Kulgatschewa, R. A., Zur Frage über die Wirkung von Schwefelkohlenstoff und Chlorpikrin auf Samen verschiedener Ölpflanzen. — Nordkaukasische landw. Versuchsstation, Bulletin 313. Rostow a. Don 1930. Sonderdruck aus Mitteilungen des Versuchswesens Nordkaukasiens. Nr. 3 (20). Mit englischer Zusammenfassung.

Die Wirkung der Durchgasungen mit Schwefelkohlenstoff wurde an folgenden 15 Samenarten untersucht: Hanf, *Perylla ocimoides*, Odschemanischer, Mandschurischer und Gundschulinscher Soja, Rizinus, Sonnenblume, Senf, Stavropoler und sizilianischer Lein, *Sesamum orientale*, *Guisotia oleifera*, Mohn, Leindotter und Saflor; mit Chlorpikrin bei 8 Samenarten: *Perylla ocimoides*, Gundschulinscher Soja, Sesam, Stavropoler und sizilianischer Lein, Senf, Hanf und Saflor. Die Versuchsdauer betrug je 24 Stunden, bei 10—18° C. Die Keimung wurde auf Filterpapier bei t = 22° C und auf sterilem Sand bei t = 20° C durchgeführt. Die Kontrolle erfolgte dreifach mit je 100 Samen. Bei Schwefelkohlenstoffdurchgasungen in einer für Lagerräume normalen Menge von 100 cm³ je 1 m³ Raum war seine Wirkung auf das Keimen der geprüften Ölsamen verschieden: 1. Die Keimungsschädigung war bei Hanf, *Perylla ocimoides*, Odschemanscher und Mandschurischer Soja, sowie Rizinus stark (bei Hanf am stärksten = 22 mal 50 % Keimung). 2. Bei Senf, sizilianischem und Stawropoler Lein, Sesam, Gundschulinscher Soja, Guisotia, Mohn, Leindotter und Saflor zeigte sich eine etwas erhöhte Keimkraft. 3. Bei Sonnenblumensamen und anderen wurde die Keimfähigkeit durch Schwefelkohlenstoff nicht beeinträchtigt. Die Keimungsenergie der meisten Ölsamen dagegen änderte sich bei Verwendung normaler Schwefelkohlenstoffmenge (100 ccm je 1 m³ nicht. Bei Senf war sie etwas geringer, bei Sesam etwas größer. Die Senkung der Keimungsenergie erfolgte bei Hanf, Rizinus, Mohn und Guisotia sowie sehr stark bei Perylla; indifferent verhielten sich Odschemansche und Mandschurische Soja, Sonnenblumensamen und Sesam, stark steigt die Keimungsenergie bei Saflor und Gundschulinscher Soja; letztere im Boden gepflanzt, zeigte die gleiche Entwicklung wie die unbehandelten Kontrollsamen. In bezug auf die Veränderung der Keimungsenergien bei höherer Konzentration von Schwefelkohlenstoff (1000 ccm je 1 m³ teilen sich die Ölsamen in 3 Gruppen: 1. Mohn und Guisotia mit sinkenden Energien, 2. Sonnenblumensamen, Hanf, Odschemansche und Gundschulinsker Soja, Sesam, Stawropoler Lein, Rizinus, Leindotter mit gleichbleibendem und 3. Perylla, sizilianischem Lein, Saflor und Mandschurische Soja mit etwas steigenden Energien. Die Begasungsversuche mit Chlorpikrin an Perylla, Gundschulinscher Soja, Stawropoler und sizilianischem Lein, Senf, Hanf und Saflor wurden in derselben Kammer (24 Stunden) bei 14° C und einer Chlorpikrinmenge von 20 cm³ je 1 m³ Raum durchgeführt. Weder auf die Keimung noch auf die Keimungsenergie war bei den meisten Kulturen eine nachteilige Wirkung des Chlorpikrins zu verzeichnen, mit Ausnahme der Perylla, bei denen die Keimung um 5—8 % gesunken ist. Der Verfasser kommt zum Schluß, daß für eine Begasung der Ölsamen — außer Hanf, Perylla, Odschemanscher und Mandschurischer Soja — 100 cm³ Schwefelkohlenstoff je 1 m³ Raum angebracht wären.

Lebedew, A., Zur Frage der geographischen Verbreitungszentren der Mehlmotte *Ephestia Kuhniella* Zelt. — Plant Protection IV. 1—2, S. 45—50. 1929.

Nach einer eingehenden Übersicht einschlägiger Literatur führt der Verfasser den Beweis für die ursprünglich östliche Heimat der Mehlmotte. Die Motte, die auf Mehlerzeugnisse angewiesen ist, soll in den Orten der ursprünglichen Mehlerzeugung heimisch sein. Als Heimat der Getreidepflanzen kommt nach den heutigen Forschungsergebnissen Asien in Frage. Die Sumeren, die vor 8000 Jahren von Mesopotamien nach Ägypten gekommen waren, sollen mit der Getreidekultur auch die Mehlbereitung eingeführt haben. Während der Völkerwanderung nahm die Mehlmotte ihre Verbreitung von Osten nach dem westlichen Europa. Ursprünglich, wie auch noch heute, bevorzugte sie grob gemahlene Mehlarten. Das heutige Fehlen der Motte im Mittelmeergebiet muß mit der Wirkung ihrer Parasiten erklärt werden. Die Mehlmotte hat im Laufe der Zeit in ihrer Heimat zahlreiche Parasiten zu Feinden erhalten, die sie dort vernichtet haben. Die Vernichtung des eingeschleppten Insektes ist bisher selbst durch künstliche Bekämpfungsmaßnahmen nicht möglich gewesen, wie das die Versuche in Westeuropa und Amerika gezeigt haben. Als Heimat der Mehlmotte muß heute Mesopotamien oder das südöstliche Armenien angesehen werden.

Mamonow, B. A., Beobachtungen über den Wiesenzünsler *(Loxostege sticticalis* L.) und Versuchsergebnisse über die Wirkung von Insektengiften auf Ölpflanzen. — Bericht Nr. 314, S. 1—66. Ausgabe der Nordkaukasischen Landw. Versuchsstation. Rostow a. Don 1930. Sonderdruck aus Nr. 3 (20) der Zeitschrift Mitteilungen des Versuchswesens Nordkaukasiens. Mit englischer Zusammenfassung.

Nach kurzem historischen Rückblick über das Massenauftreten des Wiesenzünslers im Nordkaukasus seit 1873, berichtet der Verfasser auf Grund seiner 1925—30 im Bezirk Rostow a. Don gemachten Beobachtungen über Biologie des Schädlings. Es wurden 2 bis 4 Generationen im Jahre festgestellt. Die ersten Falter erschienen gewöhnlich Mitte Mai. Massenflug der ersten Generation erfolgte Ende Mai—Anfang Juni; der zweiten Generation Anfang des ersten bis letzten Drittels des Juli; der dritten Generation Ende August. In einigen Jahren wurde der Flug der vierten Generation in den ersten Tagen des Oktober beobachtet. — Den größten Schaden verursachten die Raupen der 1. und 2. Generation, jedoch konnte man auch bedeutende Schäden an Winterweizen und Rüben im Spätherbst durch die Raupen der 4. Generation feststellen. Im Laufe der Jahre 1927—28 wurden unter den technischen Kulturen Schädigungen an 42 verschiedenen Pflanzenarten beobachtet, von denen besonders stark *Foeniculum officinale*, *Soja hispida*, *Rhicinus communis*, *Arachis hypogaea*, *Sesamum orientale*, *Perylla ocimoides*, *Guisotia oleifera* gelitten haben. Die Stärke des Massenauftretens des Schädlings ist abhängig von: 1. meteorologischen Faktoren, 2. Unfruchtbarkeit der Weibchen, 3. Parasiten, 4. Tierischen Feinden, und 5. den Menschen. Die meteorologischen Faktoren äußerten sich besonders stark bei der ersten Generation: starke Regenfälle kurz nach der Massenverpuppung hatten zur Folge, daß insgesamt 64,6 % der Schädlinge in den Kokons eingingen. Durch teilweise Unfruchtbarkeit der Weibchen der 2. Generation sind etwa ebensoviel Tiere zugrunde gegangen; es scheinen hierbei auch die Luftfeuchtigkeit und Niederschläge beteiligt zu sein. Von den Parasiten, die im Jahre 1929 die Menge der Falter verminderten, wurden festgestellt: a) Tachinidae: *Nemorilla floralis* Falb., *Tachina erucarum* Rnd., *Zenilla pullata* Mg., *Zenilla libatrix* Rnz., *Tachina larvarum* L.; b) Ichneumonidae: *Angitia fenestralis* Halmp., *Cremastus discoidalis* Szrepl., *Cremastus ornatus* Szrepl., *Cremastus decoratus* Grav.,[1]) *Eulimneria geniculata* Grav, *Eulimneria rufifemur* Thoms., *Eulim-*

[1]) Zum ersten Male festgestellt.

neria xanthostoma Gr., *Labrorychus tenicornis* Grav.,[1]) *Mesochorus pallidui* Thoms. und *Omorgus exolletus* Thoms.;[1]) c) Braconidae: *Cardiochiles katjkovi* Kok. Der Einfluß der Parasiten auf die erste Raupengeneration war nur schwach, dagegen auf die zweite bedeutend, da hier durch Tachiniden 15 % und durch die Schlupfwespen 31,5 %, insgesamt 46,5 % Raupen befallen wurden. — Als Raubinsekten des Schädlings werden erwähnt: *Calosoma denticolle* Gebl., *Calosoma investigator* und *Calosoma auropunctatum* Hbst., von denen die Larven der erstgenannten Art die größte Bedeutung hatten, wobei auf der Sowjetwirtschaftsanlage „Gigant" 29,6 % Raupen und Puppen und im Bezirk Rostow a. Don 45 % Kokons des Wiesenzünslers vernichtet wurden. Unter den Vögeln sind angegeben: Bachstelze, Lerche und Sperling. In bezug auf die Bekämpfung des Schädlings durch Unterpflügen zeigte es sich, daß dadurch schon bei 2,5 bis 5 cm Tiefe ein vollständiges Absterben der Schädlinge erfolgen kann.

Zur Bekämpfung wurden Insektengifte russischer Herkunft angewandt, und zwar: Kalziumarsenit (As_2O_3 = 70,11 %), Bleiarsenit (As_2O_3 = 48,08 %, PbO = 50,47 %), Natriumarsenit (As_2O_3 = 61,05 %), Pariser Grün (As_2O_3 = 55.76 %, CuO = 25,28 %), Azurgin (Pariser Grün mit Ammoniak), Kalziumarsenat (As_2O_5 = 41,05 %), Bleiarsenat (As_2O_5 = 30,28 %, Pb = 65,94 %), Bariumchlorid (übliche Zusammensetzung), Natriumfluorid, Bariumfluorid, Natriumsilicofluorid und Bariumsilicofluorid. Die Gifte sind in 3 Gruppen zusammengefaßt worden. 1. Stark wirksame Gifte, die infolge ihrer ätzenden Wirkung auf die Pflanzen praktisch nicht verwendbar sind: Kalziumarsenit für Bestäubung, sowohl rein, als auch mit 5 Teilen Kalk gemischt; Bleiarsenit für Bestäubung, sowohl rein als auch in Kalk 1 : 1 gelöst; Natriumarsenit bei 2 und 0,05 %, Bariumchlorid bei 4,0 % Lösung. 2. Praktisch verwendbare Giftstoffe: Bleiarsenat bei 2,0 %, Kalziumarsenat und Natriumfluorid, beide für Bestäubung in reinem Zustande (zeigten mangelhafte Staub- und Haftfähigkeit); Bariumfluorid für Bestäubung rein und in Kalk 1 : 1 gelöst; Bleiarsenit für Bestäubung auflösen in 5 Teilen Kalk (in reinem Zustand wirkt es auf die Pflanzen stark ätzend; Pariser Grün bei 0,2 % Gehalt; Bariumchlorid bei 2 %. 3. Ein geringeres Absterben der Raupen erfolgte nach: Bleiarsenat bei 0,5 %; Natriumfluorid bei 0,5 %; Pariser Grün bei 0,1 %; Azurgin bei 0,2 % (stark ätzend); Bariumchlorid bei 0,1 % Gehalt; Bariumfluorid bei 4,0 %. — Der umfangreiche Bericht bringt eine ganze Reihe Abbildungen, Tabellen und Literaturnachweise.

Meyer, N. F., Schlupfwespen, die in der U. d. S. S. R. im Jahre 1929 aus *Loxostege sticticalis* L. gezüchtet wurden. — (Mitteilungen für angewandte Entomologie Bd. 4, Lief. 2, 499—501. Leningrad 1930. Mit deutscher Zusammenfassung.)

Das gebrachte Verzeichnis enthält 35 Namen aus verschiedenen Gattungen mit Fundortsangaben: A. *Ichneumonidae*: 1. *Cryptus viduatorius* F, 2. *Cryptus disjunctus* Togg., 3. *Phygadeuon grandiceps* Thoms., 4. *Phygadeuon sacharovi* sp. n. (neu), 5. *Phytodietus segmentator* Grav., 6. *Labrorychus debilis* Wesm., 7. *Labrorychus tenuicornis* Grav., 8. *Eulimneria crassifemur* Thoms., 9. *Eulimneria geniculata* Grav., 10. *Eulimneria nigritella* Thoms., 11. *Eulimneria rufifemur* Thoms., 12. *Eulimneria xanthostoma* Grav., 13. *Omorgus exoletus* Grav., 14. *Cremastus ornatus* Szepl., 15. *Cremastus decoratus* Grav., 16. *Angitia chrysosticta* Gmel., 17. *Angitia fenestralis* Holmgr., 18. *Mesochorus pallidus* Brischke (Hyperparasit), 19. *Mesochorus tuberculiger* Thoms. (Hyperparsit), 20. *Anilastus notatus* Grav., 21. *Pimpla roborator* F.; B. *Braconidae*: 22. *Apanteles affinis* Nees, 23. *Apanteles ruficrus* Hal, 24. *Apanteles octonarius* Rtzb., 25. *Apanteles sericeus* Nees, 26. *Cardiochiles katjkovi* Kok., 27. *Cardiochiles saltator* F., 28. *Chelonus annulipes* Wesm., 29. *Microgaster subcompletus* Nees, 30. *Microplitis variipes* Ruthe., 31. *Microtypus sacharovi* Kok., 32. *Orgilus obscurator* Nees, 33. *Zele testa-*

[1]) Zum ersten Male festgestellt.

ceator Curt.; C. *Chalcicidae*: 34. *Habrocytus crassinervis* Thoms., 35. *Trichogramma evanescens* Westw. Nach Angabe des Verfassers sind von diesen 35 Arten 12 zum erstenmal aus *Loxostege sticticalis* gezüchtet worden. Die Beschreibung der Art *Phygadeuon sacharovi* sp. n. ist in deutscher Sprache wiedergegeben.

Moroschkina, O. S., Die Getreideblattlaus *(Toxoptera graminum* Rond.). Biologie, Ökologie und Prüfung der Bekämpfungsmaßnahmen. — (Bericht Nr. 309, Ausgabe der Nordkaukasischen Bezirks-Landw. Versuchsstation S. 1—56. Rostow a. Don 1930. Mit engl. Zusammenfassung.

Die Schädlinge wurden in den Jahren 1926—1929 in Laboratorien, Vegetationshäusern und auf dem Felde bei natürlichem und künstlichem Befall untersucht. Die Befallsstärke der Pflanzen durch diesen, für Südrußland gefährlichen Schädling, ist außer von klimatischen Faktoren auch von der Tätigkeit seiner Parasiten und Raubinsekten abhängig, wobei die Larven der Marienkäferarten: *Coccinella 7-punctata* L., *Adonia variegata* Goeze, *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Propylaea 14-punctata* L., *Semiadalia undecimnotata* Schnd. und *Adalia bipunctata*; sowie 4 Arten der Syrphidae: *Lasiophticus albomaculatus* Maeg., *Sphaerophoria flavicauda* Zett., *Sphaer. scripta* L. und *Syrphus corolla* Fabr. am stärksten vertreten waren; viel unbedeutender erschienen *Chrysopa* sp., Milben, Spinnen und einige Parasiten der Familien: *Braconidae*, *Chalcididae* und *Proctotrupidae*. Am stärksten wurden Gerste, Sorghum, Hafer sowie Winterweizen vor Ährenschieben befallen, am schwächsten Sommerweizen und Sudangras (*Sorghum exiguum)*. Mais wurde gar nicht befallen. Von dem wildwachsenden Getreide befiel die Blattlaus oft Wildhafer, dagegen selten Quecke, Pfennigkraut und Trespe. Bei Befall der jüngeren Pflanzen werden Wuchshöhe und Bestockung beeinträchtigt, wobei die Entwicklungsphasen der schwachen Pflanzen zeitlich zurückblieben; die starken Pflanzen (nach Düngung) entwickelten sich normal. Befallwirkung äußerte sich: a) in erhöhtem Prozentsatz der leeren Ährchen; b) in Verminderung der Körnerzahl (bei Maximalbefall während des Schossens bildete Weizen keine Körner); c) in mangelhafter Kornausbildung; d) in verringertem Strohgewicht; e) in erhöhtem Spelzgehalt beim Gerstenkorn. Die Befallhöhe durch die Blattlaus sinkt bei optimaler (60%) und steigt bei ungenügender (40%) relativer Feuchtigkeit des Bodens. Die Schäden bei Sommergerste sind geringer als bei Sommerweizen. Fallkorn des Sommergetreides, das als Futterspeicher der Getreideblattlaus für die Zeit zwischen Sommergetreideernte und Wintersaat gilt, wurde besonders stark nach der Gerste beobachtet. Bekämpfungsmaßnahmen sind aufgeführt. Die Rentabilität der biologischen Bekämpfung ist noch fraglich und bedarf weiterer Prüfung; desgleichen die chemische Bekämpfungsmethode wegen zu hoher Giftmittelpreise. Von den Giftmitteln waren wirksamer: 1,5% Seifenlösung und 0,08% Lösung von 95% Nikotin. Dagegen rentabler bezw. zweckentsprechender sind vorbeugende Bekämpfungsmethoden: a) Vernichten der auf den Fallkornpflanzen sitzenden Blattläuse durch 15,5—18 cm tiefes Umpflügen mit sofortigem Walzen; b) frühzeitige Aussaat des Sommergetreides und Benutzung frühreifender Sorten, diese zeigten einen größeren Widerstand bei Blattlausbefall und einen geringeren Ernteausfall; c) Kulturmaßnahmen, wie Düngung, gute Bodenbearbeitung, Fruchtfolgewechsel erhöhen die physiologische Widerstandsfähigkeit der Pflanzen. — Am Schlusse ist noch ein zahlreicher Literaturnachweis gebracht.

Moltschanowa, O. P., Zur Biologie der *Cothonaspis rapae* West. des Parasiten der Kohlfliege *(Hylemyia brassicae* Bouché). Mit 5 Abb. im Text. — (Mitteilungen für angewandte Entomologie, Bd. 4, L. 2, 365—369. Leningrad 1930. Mit deutscher Zusammenfassung.)

Der Befall der *H. brassicae* durch den Parasiten betrug bei den Untersuchungen bei Leningrad (Versuchsstation) im August 1929 6,62%, davon 2,8% durch *C. rapae* und 3,8% durch *Aleochara bilineata* Gyll. Entgegen den Angaben von Yames (1928)

erfolgte der Befall der Fliegenlarven durch den Parasiten auch am Tage, wobei der Befall auch dann nicht nachließ, als dem Parasiten in der vorangegangenen Nacht die Fliegenmaden gereicht wurden. Der Verfasser führt dies auf den eigentümlicheu Geruch des beschädigten Kohls zurück, der die Parasiten zu den Fliegenmaden anlockt. Fliegenmaden, die ohne ihre Nährpflanzen oder auf einer frischen Pflanze gereicht wurden, wurden von den Parasiten nicht angestochen. Befallen wurden hauptsächlich 4—10 Tage alte Maden. Bei dem Parasiten wurden 3 Larvenstadien beobachtet, von denen die Larve des ersten Stadiums sich scharf von den anderen durch ihre 3paarige Brust- und einen Schwanzanhang unterscheidet Zwei bis drei Tage nach dem Schlüpfen erfolgte die Kopulation; nach 4—5 Tagen wurden die Fliegenmaden befallen. Die gesamte Entwicklungs- und Lebensdauer der *Cothonaspis rapae* West. betrug durchschnittlich 85 Tage, hierbei entfallen auf das Eistadium 3 bis 4, auf jedes Larvenstadium und die Puppe 10 bis 15 und auf die Imago 30 Tage. Ein Literaturverzeichnis ist beigegeben.

Petrucha, O. J., Der Rüsselkäfer *Oxystoma pomonae* F. als Schädling der Leguminosen. (Mit 4 Abb. im Text.) — Mitteilungen für angewandte Entomologie, Bd. 4, Lief. 2, 425—429. Leningrad 1930. (Mit deutscher Zusammenfassung.)

Der Käfer wurde im Frühjahr auf den Versuchsstationen des Gouvernements Kijew auf verschiedenen angebauten und wildwachsenden Leguminosen gefunden. Die von ihm verursachten Beschädigungen untersuchte man nur auf Wicke *(Vicia sativa, V. villosa, V. angustifolia* und *V. cracca)* und Linse *(Lens esculenta).* Die Beschädigungen entstehen durch Annagen der ersten Blätteranlagen, junger Stengel, Hülsen u. dgl. (ähnlich der Beschädigungen durch *Tychius quinquepunctus* L.). Die Larven des *O. pomonae* nähren sich von jungen Samen und verpuppen sich meistens in den letzteren. (Merkmal zur Feststellung dieses Schädlings). Die Larven des *Tychius quinquepunctatus* L. verpuppen sich bekanntlich im Boden. Die Hauptunterschiede in den Merkmalen der Larven beider genannter Käfer werden aufgeführt. Die Eierablage des *O. pomonae* erfolgt Ende Juni bis erste Hälfte Juli; die Verpuppung dauert etwa 2 Wochen. Das Schlüpfen wurde im allgemeinen Anfang August beobachtet. Die Beschädigungen durch die Larven des *O. pomonae* an *Vicia sativa, V. villosa, V. angustifolia* und *V. cracca* erreichten an Hülsen bis 48,4%, an Samen bis 37,3%. Ein noch unbestimmter Parasit vernichtete im Jahre 1928 etwa 94% der Larven des *O. pomonae.*

Schtelkanowzew, J. Sind die Blasenfüße schädlich? — Plant Protection IV, 1—2, S. 39—43, 1929, 1 Abb.

Im Gegensatz zu der Behauptung von Jablonowsky über die Unschädlichkeit der Blasenfüße (siehe Zeitschr. für angewandte Entomologie XII, 2, 1926) bringt der Verfasser Beweise für die Schädlichkeit von *Haplotrips tritici* und *Limothrips denticornis.* Auf Grund der Untersuchungen wurde festgestellt, daß der Gewichtsverlust der beschädigten Ähren bei Weizen 76,8 - 79,8%, bei Roggen 75,9% beträgt. Eine Beschädigung von 0,1% der Weizenähren ergab einen Ernteverlust von ca. 8%. Die Verluste im absoluten Korngewicht betragen bei Weizen 20—30%, bei Roggen über 30%. Weitere Versuche auf dem Versuchsfelde von Poltawa zeigen, daß die Blasenfüße zu den ernsten Schädlingen unserer Getreidearten gehören. Die Beschädigungen, die durch die Larven hervorgerufen werden, zeigen ganz charakteristische Merkmale.

Schwezowa, A. N., Zur Kenntnis der Widerstandsfähigkeit von Getreidesorten gegen Fritfliegenbefall. — Transactions of the Siberian Institute of Agriculture and Forestry. Vol. X, Nr. 2, S. 155—181. Omsk 1928. Mit englischer Zusammenfassung.

In Westsibirien (Gouvernement Omsk) gehört die Fritfliege *(Oscinis frit* L.) zu den wichtigsten Schädlingen von Getreide (Weizen, Gerste, Hafer), Futtergräsern, Hirse und Mais. Der Anbau von Gerste ist dadurch unsicher geworden. Die Untersuchungen wurden 1925 auf dem Versuchsfelde der Westsibirischen Landwirtschaftlichen Versuchsstation (Omsk) durchgeführt. In dieser Gegend hat die Fritfliege 3 Generationen. Am schädlichsten ist die 1. Generation, die Ende Mai bis Mitte Juni fliegt. Die Eiablage fiel mit dem Bestockungsstadium des Sommergetreides zusammen (11.—30 Juni 1925). Die 2. Generation flog vom 8.—10. Juli und legte ihre Eier auf spät entwickelte sekundäre Getreidehalme, Futter- und Wildgräser, vereinzelt auch in die Ähren des Sommergetreides. Die 3. Generation flog Ende August und ihre Larven verursachten große Schäden am Wintergetreide Die Larven überwinterten im Grünland. Dieses muß bei der Einführung des Grasfeldsystems stets berücksichtigt werden. Die Imago lebt, je nach der Temperatur von einigen Stunden bis zu 170 Tagen. Die Verpuppung erfolgte schon bei einer mittleren Tagestemperatur von 13—14°. Das Puppenstadium dauerte 11—14 Tage Die ganze Entwicklung erstreckte sich bei dem warmen, trockenen Sommer 1925 auf 33—34 Tage. Die Massenvermehrung wurde durch niedrigere Temperaturen und hohe Feuchtigkeit im Juni begünstigt (Beobachtungen 1924—1925). In Jahren mit Massenvermehrung der Fritfliege (1925) war die Sorte „Blau-spelzige" mit groben Blättern und schnellem Wuchs relativ widerstandsfähig. Frühreife Sorten litten weniger auch bei verschiedenen Saatzeiten. Spätreifende Sorten werden nur bei früherer Saat schwächer befallen, sie nutzen die ersten Sommerniederschläge besser aus und erholen sich bald: die spät ausgesäten leiden sehr stark (z. B. Schwanenhals). Der Befallsprozent der Hauptstengel wächst mit der Verspätung der Saatzeit. Die heimischen Landsorten der Gerste leiden weniger als andere. Weichweizen werden durchschnittlich schwächer befallen als Hartweizen, widerstandsfähig waren: *v. caesium* Oll.; *v. lutescens* 6479; anfällig: Kitchener. Am unempfindlichsten gegen Fritfliege zeigte sich der Hafer. Befall Moskauer Sorten: 3,37 bis 6,87%, frühe Sorten: Nemertschanskys, frühe 0,40%, Leutowitzer 0,96%. Winterweizen litt sehr wenig. Die Anfälligkeit der Gräser wurde nicht untersucht.

Autorenregister.

A.

Achard 164, 168, 187.
Adle 164, 187
Adrianow 280, 283.
Altson 325, 326, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 352, 353, 355.
Altum 22, 205, 277.
Andersen 159, 307, 312.
Anderson 454, 470, 487.
Anderson u. Rennie 454.
André 577.
Andres 447.
Andrew 312.
Angelloz 455, 484, 485, 487.
Appel 312, 491, 494.
Appel u. Reh 154.
Arkhangelski 447.
Armbruster 312, 473, 474, 477, 487.
Arnhart 312.
Arnold 69, 208.
Ass u. Funtikow 557.
Astheimer 246.
Auel 397, 398, 399, 413, 425, 447.

B.

Babel 312.
Bachmetjew 366, 391, 547, 548, 556.
Badger, Dyer and Rumreich 312.
Baer 141, 184, 187.
Balachowsky 521, 538.
Balachowsky et Molinari 543.
Baldensperger 455, 457, 487.
Balfour 580, 605.
Ball 13, 21
Ball-Taylor 18, 19, 156, 617, 618.
Baranow 382, 385, 388, 391.
Baranowskaja 632.
Barber 580.
Barber, Komp u. Hayne 605.
Barhey 312.
Batiashvilly 312.
Bauer, A. 312.
Bechstein 22, 205, 559, 561, 562, 577.
Bechstein u. Scharfenberg 205.
Bedel 382, 391.
Belesin 577.
Beling 223, 240.
Bell 439, 447.
Berlese 34, 48, 50, 205.
Berliner 187.
Berwig 84.
Betts 451, 456, 472, 487.
Binger 22, 205.
Bischoff 138, 243, 248, 577, 561, 570.
Blattny 473.
Blumer 450.
Blunck 154, 180, 263, 264, 277, 279, 288, 357, 366, 389, 391.
Blunck - Bodenheimer 396, 446
Blunck u. Kaufmann 313.
Blunck u. Merkenschlager 288, 299.
Bodenheimer 2, 3, 12, 18, 20, 21, 105, 128, 154, 181, 187, 256, 264, 277, 313, 395, 396, 438, 439, 447, 498, 506, 512, 514, 543, 575.
Bodenheimer u. Guttfeld 543.
Bodenheimer u. Klein 415, 447.
Bölsche 313.
Börner 154, 313.
Börner u. Blunck 381, 382, 383, 385, 387, 389, 391.
Boieldien 301, 305, 306.
Boissezou 594, 595, 596, 605, 606.
Boldyrew 304, 306.
Bolivar 631.
Bollow 175.
Bondarew 313.
Borchert 455, 469, 472, 473, 474 480, 481, 482, 485, 487.
Borg 530, 543.
Borgmeier 313.
Bos 594.
Boulangé 205.
Bouvier 628.
Bovien 313.
Boyd 580, 606.
Bragina 606.
Brammanis 151, 277.
Braßler 313.
Brauns 559, 560, 562, 571, 577.
Brecher 113, 128.
Bredemann 313, 315.
Bremer 104, 105, 106, 115, 116, 119, 128, 264, 277, 279, 612.
Bremer u. Kaufmann 158, 313.
Brindley u. Richardson 497, 512.
Brischke u. Zaddach 577.
Britton 313.
Brown 313.
Brücke, v. 545, 556.
Brügger 450, 453, 472, 475.
Brun 313.
Bryantrew 447.
Buchner 334, 355, 570, 573, 577.
Buck, Schoute u. Swellengrebel 606.
Buck u. Swellengrebel 606.
Büdel 217.
Bülow, v. 83, 84.
Bullamore 454, 456, 487.
Burckhardt 245, 248.
Burgess 313.
Burmeister 569, 570
Burri 449.
Buschmann 313.
Butovitsch 266, 277, 313.
Buttel-Reepen 473, 476, 487.

C.

Camp and Wilmot 313.
Candura 224, 229, 230, 231, 234, 240, 242, 245, 248.
Chamberlin 313.
Chapman 7, 20, 155, 497, 512, 513.
Chappuis 314.
Cholodkowsky 22, 23, 53, 55, 205.
Christophers 582, 587.

Chrystal 558, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 568, 569, 570, 571, 574, 575, 577.
Clark 341, 355.
Cobelli 22, 204, 205.
Collino 314.
Comp 580.
Comstock u. Slingerland 299.
Connecticut 314.
Cook 12, 13, 14, 20, 156.
Costa 577.
Crüger u. Körting 314.

D.

Dahl 323.
Dalla Torre 175, 180, 187, 351, 355, 577.
Dautert-Willimzick 224, 246, 248.
De Buck 581.
De Buen 606.
De Buen u. Bragina 580.
De Fluiter 314.
De Geer 22, 24, 26, 27, 67, 190, 205.
Demoll 619, 620.
Diamond 224, 225, 229, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 248.
Dickerson 555, 556.
Dingler 81, 84, 251, 253, 277, 314.
Dittler 315.
Diviault 224, 225, 230, 231, 234, 236, 238, 240, 242, 245, 248.
Dobrowliansky 359, 391.
Döderlein 493.
Doubleday 575, 577.
Dovnar-Zapolsky 558, 577.
Drabaty 314.
Dugès 355.

E.

Eckstein, F., 106, 120, 122, 125, 129, 135, 153.
Eckstein, K., 22, 86, 89, 91, 100, 204, 205.
Egger 722.
Eichenberg 515.
Eidmann 23, 105, 129, 205, 419, 447, 627.
Eidmann u. Berwig 84.
Eisenberg 515.
Eliescu 22, 188.
Elliot u. Morley 348, 355.
Emden, v., 314.
Engel 184, 186.
Enslin 205, 561, 565, 566, 568, 577.
Escherich, G. U. 512.
Escherich, K., 18, 21, 23, 64, 68, 69, 74, 81, 83, 84, 105, 127, 129, 152, 155, 158, 159, 160, 203, 205, 251, 252, 255, 263, 264, 277, 326, 353, 355, 497, 498, 612, 614.
Esmarch 494.
Essig 490.
Ewing 450, 452, 487.
Ext 314.

F.

Fabre 571, 574, 577.
Faes 314.
Fahringer 144.
Falleroni 580, 588, 606.
Faure 442, 447.
Ferdinandsen u. Rostrup 390, 391.
Ferriére 326, 348.
Filipew 382, 384, 385.
Fintelmann 22, 37, 51, 52, 57, 60, 61, 62, 63, 205.
Fischer 250.
Fisher 325, 326, 341, 347, 348, 352, 353, 355.
Flachs 158, 289, 292, 295, 299.
Flanders 245, 248.
Fletcher 447.
Fluiter de 314.
Ford 289, 299.
Forel 151.
Fox 314.
Fransen 314.
Franz 303.
Freeborn 606.
Freudenstein 455, 467, 475, 476, 487.
Frickhinger 315.
Friederichs 17, 21, 117, 121, 129, 130, 154, 157, 265, 277, 301, 315, 425, 448, 506, 512, 547, 556.
Friederichs u. Steiner 497, 512.
Frisch 205.
Frogatt 348, 352, 355, 356.
Frow 483, 485, 487.
Fuchs 619.
Funtikow 557.

G.

Gahan 353, 356.
Gallus 366, 375, 376, 386, 391.
Gambetta 334.
Gardey 627, 628.
Geiger 207, 217, 315, 455, 487.
Geiger u. Amann 218, 315.
Geinitz 303, 306.
Gerasimov 315.
Geßner 315.
Ghesquière 315.
Ghirlanda 442, 448.
Ghosh 397, 413, 425, 426, 439, 448.
Gibson and Twinn 315.
Giraud 348.
Görnitz 135, 142, 315.
Goetsch 315.
Golovyanko 315.
Goodwin u. Martin 485, 487.
Graber 546, 556.
Grabher 455, 487.
Gradojevie 415.
Graham-Smith 454.
Graham-Smith, Fantham, Perter, Bullamore u. Malden 487.
Gram u. Rostrup 385, 391.
Grandi 315.
Grassi 580, 606.
Griwanow 632
Grohmann 269.
Großmann 315.
Großheim 147, 159, 315.
Guttfeld 541.
Gyllenhal 361, 386, 391.

H.

Hackett 588.
Haenel 315.
Haitinger 315.
Haun 402, 406, 440, 448.
Harder 209.
Harrassowitz 251.
Harris 577.
Hartig 22, 24, 26, 27, 37, 39, 42, 43, 46, 57, 60, 62, 191, 204, 205, 559, 561, 562, 575, 577.
Hartmann 316.
Harvey 449.
Hase 179, 187, 224, 227, 242, 243, 245, 248, 316.
Hayne 580.
Hazelhoff 316.
Headlee 316, 320, 506, 513.
Hecht 316, 579, 606.
Heeger 356
Heikertinger 154, 316, 358, 359, 360, 365, 390, 392.
Hellmann 129.
Hendschel 22, 205.
Henig 316.
Hennert 22, 205.
Henricksen 285.
Henry 450.
Henschel 382, 385, 392.
Herms 606.

Herms u. Freeborn 580.
Herold 316.
Heß-Beck 251, 277.
Heyden v. 359, 392
Hibranoi 163, 168, 183, 184, 186, 187.
Himmer 480, 487.
Hirsch u. Buchmann 316.
Hirst 449, 452, 487.
Holzapfel 508.
Homann 475.
Hopkins 353.
Hopkins u. Snyder 352, 356.
Horn 326
Horst 280, 284, 287, 289, 290, 299.
Howordt 316.
Howorth 483, 487.
Howorth u. Harrison 455, 488.
Hubault 316.
Huchler 455, 488.
Huff 595, 596, 606.
Huges-Schrader 538.
Hukkinen 385, 386, 388, 392.
Hulverscheidt 316.
Hyslop 289.

I.

Iljinsky 92.
Illingworth 483, 488.
Imms 356.

J.

Jablonowski 164, 389, 392, 640.
Jakobson 476, 515.
James 285, 286, 299.
Janisch 264, 277, 317.
Jaroslawzev 633.
Jeannell 628.
Jegen 154. 448.
Jenčič 317.
Johannsen 479, 481, 488.
Jordan 561, 628, 630.
Jucht 106. 118, 129.
Judeich 575.
Judeich-Nietsche 22, 106, 118, 129, 205, 561, 565, 577.

K.

Kalandadze 84.
Kaltenbach 22, 205, 325, 356, 361, 375, 392.
Karl 138.
Karny 317.
Karpova 634.
Kaufmann 317, 389, 392.
Kaysing 317.
K. E. 492, 493, 494, 495.
Kemner 245, 317, 386, 392.
Kemper 317.
Kellner 277.
Kerville de 628.
Kickhöffel 317.
Killick 453, 488.
Kirby 42.
Kirchner 375, 392.
Kirkpatrick 600, 601, 606.
Kirschner 544.
Kitzberger 455, 473, 488.
Klein 317, 395.
Kleine 154, 390, 392, 560, 577.
Klemm 632.
Kligler 580, 606
Klimesch 317.
Klopfer 277.
Klug 22, 206, 562, 577.
Knauth 105, 129.
Knoche 18, 21.
Köhler 491.
König 252, 277.
Köppen u. Geiger 217.
Körting 317.
Köttgen 251.
Kofoid 317.
Kojima 317, 325.
Kollar 577.
Kolosow 382, 392.
Koltze 301, 306.
Komárek 325, 356.
Konakow u. Onissimowa 317.
Konow 558, 577.
Korff 299.
Korschelt 315.
Koslowa 635.
Kotte 317.
Kovacević 358, 392.
Kramer 317.
Kranz 187.
Krasnjuck 317.
Kreuter 635.
Krieg 84.
Krogh 497, 512.
Krüger 233, 239, 240, 243, 248.
Kruel 622.
Künkele 208.
Kugler 455, 488.
Kulgatschewa 636.
Kurdjumow 377, 383, 392.
Kurdjumow u. Znamensky 358, 359, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 389, 390, 392.
Kuwana 317, 514, 517, 543.

L.

La Face 593, 606.
Lamere 628.
Lampa 385, 392.
Lang 317.
Langenbuch 278, 299.
Latreilles 628.
Laubert 491.
Lebedev 318. 637.
Lebedev u. Savenkoo 85, 318.
Lebrun 628.
Lederer 494.
Lehmann 312
Leibbrandt 318.
Leisewitz 558, 577.
Lemche 318.
Lengerken v. 301, 302, 303. 305, 306.
Lesne 382.
Leuthold 318.
Leuzinger 457, 459, 488.
Liebig 18.
Light 318.
Linck 315.
Lind 385, 386, 392.
Lindemann 337, 382, 385, 392.
Lindinger 154.
Linnaniemi 385, 389, 393.
Linné 558, 577.
Lotka 156.
Lubischew 318.
Lüdtke 318.
Lüstner 318.

M.

Mahdihassan 144, 146, 318.
Malenotti 167, 318, 629.
Malthus 139.
Mamonow 637.
Manninger 164, 167, 187.
Marchal 246, 248, 517, 628.
Marcus A. 163, 169, 173, 174, 183.
Marcus, B. 68, 208, 214, 304, 306, 319, 334, 356.
Marcus, E 319.
Margulies 515.
Martini 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 162, 187, 264, 277, 319, 442, 444, 448, 491, 580, 587, 588, 589, 590, 606, 607, 610.
Martini, Missiroli u. Hackelett 319, 607.
Maslowskij 358, 393.
Matsumura 316, 319.
May 319.
Meier, K. 319.
Menozzi 319, 358, 393.
Menzel 252, 277.
Mer 580. 607.
Merck 68, 69.
Mesnil 358, 383, 384, 393.
Meyer, E. 84.
Meyer, N. F. 638.
Miller, J. M. 319.
Miserowa 358.
Missiroli 588.

Mithat 319.
Mokrzecki 319.
Moltschanowa 639.
Monzie, de 628.
Morgenthaler 319, 449, 455, 464, 469, 470, 473, 488.
Morison 451, 452, 453, 455, 472, 474, 475, 480, 482, 484, 486, 488.
Morley 138.
Moroschkina 639.
Morstatt 319.
Müller, D G. 22, 24, 26, 27, 30, 33, 34, 57, 60, 62, 190, 199, 204, 206.
Müller, K. 307, 308, 309, 311, 319, 320.
Münch 491.
Muesebeck 319.
Muir 139, 140, 156.
Munro 325, 328, 352, 356.
Muralt 151.
Murr-Danielzick 224, 228, 248

N.

Newton 381, 384, 385, 386, 387, 393.
Nieschulz 594.
Nieschulz u. Bos 607.
Nietsche 105, 106, 129, 564, 574, 575.
Nördlinger 22, 206, 325, 340, 341, 351, 352, 356, 361, 375, 393.
Noll 320.
Nominé 320.
Nüßlin-Rhumpler 105, 129.

O.

Oesterlin 605.
Oltmanns 315.
Otto 488.
Oudemans 473, 476, 488.

P.

Packard 337.
Pampel 233.
Pandazis 320.
Pang Hwa Tsai 608.
Pape 158, 491.
Parker 224, 228, 230, 248, 320.
Patschoski 382.
Pawlowsky 320.
Perepelowa 455, 464, 468, 472, 488.
Perris 325, 356.
Peska 320.
Petrucha 640.
Peus, v. 594, 607
Peyerimhoff 628.
Pfeffer 320.
Phillips 456, 469, 488.
Picard 358, 393.
Pickel 23, 55, 206.
Pierce 12, 13, 21.
Pierre-Huber 152.
Pictet 414, 425, 448.
Pinner 438.
Pjatakova 320, 387, 393.
Pointner 455, 488.
Poletajew 22, 55, 206.
Polimanti 547, 556.
Poppius 386.
Pontiers 530, 543.
Prell 451, 455, 467, 488.
Przibram 23, 191, 206, 497, 512.
Puetter 264.

R.

Racięcka 320.
Rambousek 358, 393.
Ranguis 455, 488.
Ratzeburg 22, 24, 25, 26, 30, 32, 57, 60, 66, 85, 86, 190, 204, 206, 252, 263, 277, 348, 351, 356, 574, 577.
Rauschmayer 469, 489.
Ravn 385.
Reaumur 206.
Regan 320
Reh 153, 154, 164, 187.
Reißig 84.
Rekk 320.
Rennie 449, 451, 452, 465, 470, 471, 474, 483, 484, 485, 489.
Rennie u. Harvey 454, 489.
Rennie u. Sutherland 450, 489.
Rennie, White u. Harvey 489.
Rettig 84.
Reuter 382, 385, 386, 388, 393.
Rhumbler 609.
Richardson 497.
Richardson u. Haas 320.
Richmart 320.
Richter 491.
Rietra 231, 234, 237, 238, 239, 249.
Riley 386, 388, 393, 517, 521.
Rimsky-Korsakow 321, 557.
Ripper 320.
Ris 320.
Roark 320
Roberts 280, 282, 283, 285, 287, 289, 290, 295, 300.
Robinson 96, 612.
Roepke 320.
Rösch 320, 466.
Roß 492.
Rostrup 295, 385, 386, 389, 393.
Rostrup u. Ravn 386.
Rostrup u. Thomson 300, 321, 380, 386, 387, 389, 394.
Roubaud 580, 581, 588, 593, 595, 596, 607.
Roubaud u. Toumanoff 607.
Roughley 352.
Roughley and Welch 356.
Rubner 321.
Rudow 562, 570, 574, 577.
Rumreich 321.
Rupertsberger 356, 386, 394.
Rupp 321.
Ruschkowski 382, 394.
Russkoff 321.

S.

Sacharow u. Schembel 394.
Sachtleben 84, 154.
Sahlberg 386, 394.
Saint Hillair 55, 57, 206.
Schaffnitt 321.
Schaffnitt u. Müller 321.
Schaufuß 358, 359, 361, 365, 386, 394.
Schaum 315.
Schedl 321.
Scheidter 22, 26, 27, 28, 31, 37, 206, 562.
Schilder 154.
Schimitschek 17, 21, 144, 153, 321, 627.
Schiodte 285.
Schlüter 206.
Schmauß 208.
Schmidt, M 321.
Schmidt, W. 211, 321.
Schmiedeknecht 138, 226.
Schnack 160, 321.
Schneider-Orelli 321.
Schöyen 382, 385, 394.
Scholz 301, 302, 303, 305, 306.
Schotte 321.
Schoute 581.
Schröder 205.
Schtelkanowzew 640.
Schuberg 321.
Schüpfer 495.
Schütz 231.
Schütze 321, 492.
Schütze u. Roman 321
Schulze 224, 236, 249, 303, 305, 306.
Schweizer 455, 489.
Schwerdtfeger 104, 129, 135, 141, 321.
Schwezowa 640.
Sciacchitano 23, 191, 206.
Scott 358, 394.

Seitner 141, 144, 625.
Sella 579, 580, 607.
Sharma u. Sen 601.
Sharp u. Muir 325, 337, 356.
Shelford 12, 21, 156, 157, 180, 187, 497, 512.
Shelford u. Bodenheimer 396, 446.
Shepard u. Richardson 321.
Shorikow 455.
Sidorenko 87. 88, 89, 101.
Silantjew 561, 578.
Silvestri 477, 521, 530.
Sindersberger 69, 208.
Skwarra 321.
Smith u. Armitage 541.
Snodgrass 451, 489.
Snyder 326, 340, 341, 352, 353, 356.
Snyder u. St. George 356.
Solf 321.
Solotarewsky 382.
Sorauer 155, 295, 300, 491.
Speyer 154.
Sprengel 322.
Stäger 485, 486, 489.
Stachelin 322.
Stark 574, 578.
Staub 450.
Staudinger-Rebel 439, 448.
Stein 340, 356.
Steiner 131, 139, 141, 142.
Stellwaag 84, 322, 498.
St. George 348, 353, 356.
Stiles 322.
Stillwell 353, 354, 356.
Stöbe 211.
Straus-Dürckheim 337.
Strawinski 448.
Sturges 470, 489.
Sureya et Hovasse 322.
Suter 322.
Swellengrebel 580, 581.
Swellengrebel u. Rodenwaldt 490.

T.

Takahashi 322.
Taschenberg 20f, 559, 578.
Taylor 13, 20, 21, 156.
Tennenbaum 515, 541.
Teubner 596.
Thiel van 581.
Thiem 322.
Thienemann 14, 16, 18, 21, 156, 322, 618.
Thiersch 561.
Thompson 15, 21, 156, 245, 249, 455, 489.
Thomsen 323.
Thomson 295.
Tibor 187.
Titschack 322.
Tochacek 455.
Tomassi 455, 489.
Torka 323.
Toumanoff 455, 489, 595.
Trägårdh 120, 129, 323.
Trappmann 84, 154.
Travis 323.
Tsai 323.
Tubeuf v. 153, 323.
Tullgren 385, 394, 448.
Tuxen 323.

U.

Uhlig 263.
Urich 630.
Uvarow 20, 21, 121, 128, 129, 156, 157, 180, 187, 267, 269, 277, 617, 618, 629, 630.

V.

Vandegaer 455.
Vanselow 251.
Vassiliev 161, 164, 175, 178, 182, 183, 187, 280, 358, 384. 385, 394.
Verhoeff 337.
Vietinghoff v. 323.
Vitzthum 452, 455, 473, 477, 489.
Vliet 323.
Voelkel 119, 129, 134, 224, 323.
Völker 131, 323.
Vogel 593, 607.
Volk 323.
Volterra 156.
Voukassovitsch 224, 228, 238, 249.

W.

Wachtel 625.
Wachtl 578.
Wahl 323.
Wang 610.
Weathersbee 580.
Weber 167, 187, 323.
Weckesser 323.
Wehrle u. Welch 450, 489.
Weis 76, 81, 84.
Weise 359, 394.
Werder 323.
Werth 323.
Wesenberg-Lund 580, 593. 607.
Wesmael 138.
Westwood 578.
Weyer 323, 585, 588.
Wheeler 323.
White 305, 306, 449, 451, 454, 489.
Whiting 224, 230, 240, 242, 245, 249.
Wiehle 322.
Wilcoxon, Frank and Hartzell 323.
Wilke 206, 323.
Wille 323, 324.
Williams 400, 499.
Williams u. Kirkpatrick 497, 498, 502, 512.
Willimzick 248.
Wilson 507, 513.
Winterhalter 324.
Wixforth 547, 556.
Wohlgemuth 451, 489.
Wojnowskaja 224, 225, 230, 231, 234, 236, 237, 240, 242, 245, 246.
Wojnowskaja-Krieger 249.
Wolf 324.
Wolff 106, 129.
Wolff-Krauße 105, 129.
Wollenweber 491.

X.

Xamben 326.

Y.

Yuasa 570, 578.

Z.

Zacher 301, 306, 307, 310. 311.
Zander 82, 454, 455, 474, 489.
Zappi 455.
Zappi-Recordali 489.
Zetterstedt 361, 365, 386, 394.
Zillig 491.
Zinke 22, 206.
Zuamenskij 377, 383, 384, 385, 389, 394.
Zogg 457, 489.
Zolk 280, 284, 300.
Zunker 324.
Zvierezomb-Zubovsky 448.
Zweigelt 324.
Zwölfer 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 84, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 117, 128, 129, 157, 161, 162, 164, 173, 174, 180, 182, 183, 187, 326, 343, 356, 448, 497, 500, 503, 506, 513, 610, 614, 618.

Sachregister.

A.

abietina Pl. 625.
abietis H. 5, 250.
Acanthocinus aedilis L. 574.
Acarapis externus 473.
— Woodi 449.
Aëdes diversus 579.
aedilis A. 574.
Aelothrips fasciatus Hol. 149.
aeneus S. 288.
Agathis Bischoffi n. sp. 145.
Agriotes lineatus L. 278.
— mancus Say. 289.
— obscurus L. 278.
alternecoloratus C. 614.
Amaurosoma armillatum Zett. 634.
— flavipes Fall 634.
amoena Rh. 560.
Anaphes sp. 149.
Angita chilonis Cush. 614.
Anomalon biguttatum 135.
Anopheles algeriensis 579.
— bifurcatus 579.
— maculipennis 579.
— nigripes 579.
Anthonomus cinctus 238.
— pomorum 238.
Aphanistes bellicosus Wesm. 138.
— ruficornis Grav. 137, 143.
aridella Ch. 358, 384.
aridula Ch. 358, 382.
armillatum A. 634.
atomaria H. 614.
austriaca S. 626.

B

bellicosus A. 138.
beneficiens C. 614.
biguttatum A. 135.
bipunctifer Sch. 608.
Bischoffi A. 145.
Boarmia consortaria F. 614.
— crepuscularia Schiff. 614
boucheanus D. 242.
brassicae H. 639.
brassicae P. 395.
Braula coeca 473.
Buchneri Ph. 144.
Bupalus piniarius 108, 614.

C.

cacoeciae Tr. 246.
Calandra granaria L. 307.
Callidium sanguineum L. 574.
Calosoma sycophanta 82.
canaliculatus L. 325.
canescens N. 223.
Carcelia gnava 141.
cardinalis N. 514, 521.
cembrae L. 626.
Centeterus alternecoloratus Cush. 614.
Ceraphron beneficiens Zehnt 614.
cerealella S. 169.
Chaetocnema aridella Payk. 358, 384.
— aridula Gyll. 358, 382.
— concinna Marsh. 358.
— tibialis Illig. 358.
chalcographus P. 17.
Chelonus chilonis Cush. 614.
chilonis A. 614.
Chilo simplex Butl. 608.
cinctus A. 238.
clavata Th. 560.
Clytiomyia hellno F. 186.
coeca B. 473.
concinna Ch. 358.
consortaria B 614
Cothonaspis rapae West. 639.
crassipennis Ph. 184.
Crepidodera ferruginea Scop. 358, 359.
— transversa Marsh. 360.
crepuscularia B. 614.
Culex pipiens 579.

D.

Dendrolimus pini L. 85.
Dibrachys boucheanus 242.
distinguendus L. 224.
domesticus Sc. 348

E.

Earias insulana Boisd. 5, 17.
Einzelreferate 490.
Ellopia prosapiaria L. 614.
Ephestia kühniella Z. 5, 224, 637.
erythrostoma Ph. 137, 143.
Eubadizon pallidipes Nees. 348.
Eupithecia indigata Hb. 614.

Eurygaster integriceps Put. 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 161.
Eusandulum inerme Ratz. 348.
evanescens Tr. 227, 242.
externus A. 473.

F.

falcatus P. 149, 150.
fasceatus A. 149.
flammea P. 18, 68.
Forestit 68.
frit O. 636, 639.

G.

Galleria melonella 473.
gifnensis M. 228.
gigantea T. 624.
gigas S 557.
gossypiella P. 5.
graminum T. 639.
granaria C. 307.
gregaria Sch. 18.
grisella A. 473.

H.

Habrobracon juglandis 227.
hampei St. 17.
helluo Cl. 186.
Hematurga atomaria L. 614.
Henscheli P. 625.
Heteropogon ornatipes Loew. 186.
Hispa similis Ulm. 608
Holcocerea pulverca Hmpsn. 144, 145, 146.
hololeucus N. 303.
Hylemya brassicae Bouché 639.
Hylobius abietis L. 5, 250.
hyoscyami P. 158.

I.

Ibalia leucospoides Hohenw. 560.
Icerya purchasi Mask. 514, 515.
indigata E. Hb. 614.
inerme E. 348.
insulana E 5, 17.
integriceps E. 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 161.
Ipocoelius Seitneri Ruschka 626.
Ips typographus L. 17, 625.
iuniperata L. 614.

J.

japonicum Tr. 613.
juglandis H 227.
juvencus P. 557.

K.

Kleine Mitteilungen 147, 608.
kühniella E. 5, 224, 637.

L.

labilis P. 151.
lacca T. 144.
Lachnus cembrae Siet. 626.
Larentia iuniperata L. 614.
— variata Schiff. 614.
Lariophagus distinguendus Först. 224.
lateralis var. montium T. 622.
leucospoides J. 560.
linearis L. 325.
lineata S. 148, 159.
lineatus A. 278.
Liophron lituratus Hal. 150, 151.
liturata S. 614.
lituratus L. 150, 151.
Locustacavus trachealis 450.
Lophyrus pini L. 22, 188.
Liparis monacha L. 18.
Lonchaea Seitneri Hend. 626.
Loxostege sticticalis L. 637, 638.
luteola Ps. 358, 359.
Lyctus brunneus 325.
— linearis Goeze 325.

M.

Macrocentrus gifuensis 228.
maculipennis A. 579.
mancus A. 289.
Mansonia richardii 579.
melonella G. 473.
micans P. 348.
monacha L. 18.
Monophylla terminata Say. 348.

N.

Nematus abietinus Christ. 18.
Nemeritis canescens Grav. 223.
Neue Literatur 312.
Niptus hololeucus 303.
Nosema apis 454.
Novius cardinalis Muls. 514, 521.
nubitalis P. 18, 228.

O.

obscurus A. 278.
ornatipes H. 186.
Oscinella frit L. 632, 635.
Oxystoma pomonae F. 640.

P.

pallidipes E. 348.
Panolis flammea Schiff. 18, 68
Paururus juvencus L. 557.
Pectinophora gossypiella Saumd. 5.
Pegomyia hyoscyami, Pz. 158.
Perilampus micans Westw. 348
Perilites labilis Rutte 151.
Personalien 153.
persnasoria Rh. 560.
Phaenocarpa Seitneri Fahr. 626.
Phanerotoma Buchneri n. sp. 144.
Phasia crassipennis F. 184.
Phryxe erythrostoma Htg. 137, 143.
Phyllotreta vittula 359, 385.
piceae R. 625.
picina Ps. 358.

Pieris brassicae L. 395.
Pimpla pomorum 238
piniarius B. 108, 614.
pini D. 85.
pini L. 22. 188.
pini P. 574.
pini T. 22.
pipiens C. 579, 590.
Pissodes pini L. 574.
Pityogenes chalcographus L. 17.
Pityophthorus Henscheli Seit. 625.
Plemeliella abietina Seit. 625.
pomonae O. 640.
pomorum A. 238.
pomorum P. 238.
prosapiaria E. 614.
Psylliodes luteola Müll. 358, 359.
— picina Marsh. 358.
Ptinus tectus Boield. 301.
pulverea H. 144, 145, 146.
purchasi J. 514, 515.
Pygostolus falcatus Nees. 149, 150.
Pyrausta nubitalis Hb. 18, 228.

R.

rapae C. 639.
Referate 154, 490, 632.
Resseliella piceae Seit. 625.
Rhyssa amoena Grew. 560.
— persuasoria L. 560.
ruficornis A. 137, 143.
Russische Arbeiten (1930) 632.

S.

sanguineum C. 574.
Saperda scalaris L. 574.
scalaris S. 574.
Schistocerca gregaria Forsk. 18.
Schoenobius bipunctifer Walk. 608.
Sclerodermus domesticus 348.
Seitneri J. 626.
Seitneri L. 626.
Seitneri Ph. 626.
Selatosomus aeneus L. 288.
Semiothisa liturata Cl. 614.
semistriatus T. 161, 175.
similis H. 608.
simplex Ch. 608.
Sirex gigas L. 557.
Sitona Germ. 147.
— lineata L. 148, 159.
Sitotroga cerealella Ol. 169.
spectrum X. 557.
Stegomyia fasciata 597, 600.
Stephanoderus hampei Ferr. 17.
sticticalis L. 637, 638.
superba Th. 560.

T.

Tachardia lacca Kerr. 144.
Tarsonemus Woodi 449.
Tarsostenus univittatus Rossi 348.
Tectus Pt. 301.
Telenomus semistriatus Nees. 161, 175
Tentredo pini L. 22.
terminata M. 348.
Thalessa clavata Fabr. 560.
— superba Kriechb. 560.
Theobaldia annulata 579.
— fumipennis 579.
Theobaldia morsitans 579.
tibialis Ch. 358.
Tillus unifasciatus F. 348.
Tipula gigantea Schrk. 624.
— lateralis var. montium 622.
— varipennis Meig. 624.
— vittata Meig. 623.
Toxoptera graminum Rond. 639
transversa Cr. 360.
Trichogramma cacoeciae 246.
— evanescens 227, 242.
— japonicum Ashm. 613.
Trombidium spec. 186.
typographus J. 17, 625.

U.

unifasciatus T. 348.
univittatus T. 348.

V.

variata L. 614.
varipennis T. 624.
vittata T. 623.
vittula Ph. 359, 385.

W.

Woodi A. 449.
Woodi T. 449.

X.

Xeris spectrum L. 557.

Druckfehlerberichtigung.

Zu der Arbeit von Blunck (Heft 3): Auf Seite 388 muß es in der Erklärung zu Abb. 14 statt „p Beinansatz“ lauten „y Beinansatz“.

Seite 391, 5. Zeile von oben: Vollkerfe statt Vollkerve.

DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA.

BAND XIX HEFT 1 MÄRZ 1932

IMP. INST. ENT.
LIBRARY —
MAR 1932
Ent. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

MIT 30 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XIX Heft 1 S. 1—160 Bln. 1932

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Zur Lehre von den Bevölkerungsbewegungen der Insekten. (Mit besonderer Rücksicht auf E. Martinis „Zur Terminologie in der Lehre vom Massenwechsel der Organismen".) Von W. Zwölfer, München. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie.) 1

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Von Grigore Eliescu. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie München.) I. Teil. (Mit 20 Abbildungen.) 22

Ein neues Kontaktmittel („Forestit"-Merck) in der Schädlingsbekämpfung. Von Dr. B. Adolf Marcus. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie in München.) (Mit 3 Abbildungen.) 68

Die Nahrungsnormen des Kieferspinners (Dendrolimus pini L.). Von A. G. Lebedev und A. N. Savenkov. 85

Betrachtungen zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Von Dr. F. Schwerdtfeger, Hann.-Münden. (Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule.) (Mit 3 Abbildungen.) 104

Kiefernspanner und Parasiten nach der Gradation. Von K. Friederichs. (Aus dem Entomologischen Seminar, Universität Rostock. Leiter: Prof. Dr. P. Schulze und Prof. Dr. K. Friederichs.) 130

Zwei neue Braconidenarten als Feinde einer Mordraupe. Von Dr. Josef Fahringer, Wien. (Mit 2 Abbildungen.) 144

Kleine Mitteilungen.

Zur Biologie der Gattung *Sitona* Germ. Von L. Brammanis. (Mit 2 Abbildungen.) 147

August Forel. Von K. Escherich 151

Personalien. 153

Referate.

Einzelreferate 154

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 40.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, gegliedert in 4 Hefte mit einem Durchschnittsumfang von je etwa 10 Bogen.

E & A

BAND XIX HEFT 2 JUNI 1932

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
29 JUN 1932
SERIAL
SEPARATE
Ex. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

MIT 53 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XIX Heft 2 S. 161—324 Bln. 1932

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens II. Über die Beziehungen der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. zu biotischen Umweltfaktoren. (Nebst Bemerkungen über deren praktische Verwertbarkeit.) Von W. Zwölfer, München. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.) (Mit 8 Abb.) 161

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Von Grigore Eliescu. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München.) II. Teil. (Mit 15 Abbildungen.) 188

Meteorologische Beobachtungen bei der mittelfränkischen Kieferneulenbekämpfung mit Flugzeug und Motor im Frühjahr 1931. Von Rudolf Geiger, München. (Aus dem forstlichen Versuchswesen Bayerns.) (Mit 8 Abbildungen.) 207

Zur Biologie von *Nemeritis canescens* Grav. (Hymen. Ophion). I. Züchtungserfahrungen und ökologische Beobachtungen. Von I. Beling. (Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem.) (Mit 5 Abbildungen.) 223

Beiträge zur Ernährungsbiologie von *Hylobius abietis* L. und Untersuchungen über die Ökologie und Klimatologie seines Nahrungsraumes. Von Karl Rudolf Fischer. (Aus der Zoologischen Abteilung des Forstinstituts der Hessischen Landesuniversität Gießen.) (Mit 2 Abbildungen.) 250

Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. Von Dr. R. Langenbuch. (Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel, jetzt Zweigstelle Aschersleben.) (Mit 12 Abb.) . . 278

Zur Biologie von *Ptinus tectus* Boield. Von Heinz F. Friederichs, Frankfurt a. M. (Mit 2 Abbildungen.) 301

Kann sich *Calandra granaria* L. im Mehl fortpflanzen? Von Prof. Dr. K. Th. Andersen. (Zoolog. Institut Weihenstephan der Techn. Hochschule München.) (Mit 1 Abbildung.) 307

Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 312

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 40.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, gegliedert in 4 Hefte mit einem Durchschnittsumfang von je etwa 10 Bogen.

E & A

BAND XIX HEFT 3 SEPTEMBER 1932

IMP. INST. EN
LIBRARY
16 SEP 1932
Ent. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

MIT 52 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

*Z. ang. Ent. Bd. XIX **Heft 3** S. 325—495 Bln. 1932*

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Beiträge zur Kenntnis von *Lyctus linearis* Goeze. Von Toshibumi Kojima. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München. (Mit 17 Abbildungen.) . . 325

Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der Metamorphose getreidebewohnender Halticinen. Von Hans Blunck. (Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.) (Mit 14 Abbildungen.) 357

Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. I. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L. Von H. Z. Klein. (Aus dem entomologischen Laboratorium der J. A. P. landwirtschaftlichen Versuchsstation Tel Aviv, Palästina. Abteilungsvorstand Prof. Dr. Bodenheimer.) (Mit 10 Abbildungen) 395

Ein Jahrzehnt Milbenkrankheit der Honigbiene. Entdeckung, Erforschung und Bekämpfung eines Seuchen-Erregers. Von Otto Morgenthaler. (Abteilung für Bienenkrankheiten der Eidgenössischen milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern. Vorsteher: Professor Dr. R. Burri. (Mit 11 Abb.) . 449

Referate.

Einzelreferate 490

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 40.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, gegliedert in 4 Hefte mit einem Durchschnittsumfang von je etwa 10 Bogen.

BAND XIX HEFT 4 DEZEMBER 1932

IMP. INST. ENTOM

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 51 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XIX **Heft 4** *S. 497–650 Bln. 1932*

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Von W. Zwölfer, München. (Aus dem Institut für angewandte Zoologie.) (Mit 5 Abbildungen und 5 Diagrammen.) 497

Icerya purchasi Mask. und *Novius cardinalis* Muls. Eine bevölkerungswissenschaftliche Studie über die Grundlagen der biologischen Bekämpfung. Von F. S. Bodenheimer-Jerusalem. (Mit 8 Abbildungen.) 514

Beurteilung der Giftwirkung gasförmiger Insecticide auf Grund der Schlagfrequenz des Dorsalgefäßes. Von Robert Kirschner. (Aus dem zoologischen Institut der deutschen Universität in Prag.) (Mit 5 Abbildungen.) 544

Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen. Von M. Ass und G. Funtikow†, Leningrad. (Mit 13 Abbildungen und 6 Kurven.) 557

Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücken II. Von Otto Hecht . . 579

Kleine Mitteilungen.

Das Reiszünslerproblem in China. Von Pang Hwa Tsai, München. (Mit 5 Diagrammen.) 608

Die Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Lebensgemeinschaft des Kiefernwaldes. Von W. Zwölfer, München. (Mit 2 Abbildungen.) 614

Bioklimatogramme. Von W. Zwölfer, München. (Mit 1 Abbildung.) 617

Der Produktionsbegriff in der Biologie 618

Beobachtungen über einige Tipula-Arten bei Berlebeck i. L. (Teutoburger Wald) im Mai 1932. Von Walther Kruel (Göttingen). 622

Moriz Seitner, siebzig Jahre. (Mit 1 Abbildung.) 625

Der V. Internationale Entomologenkongreß in Paris. Von H. Eidmann, Hann.-Münden 627

Referate.

Russische Arbeiten über landwirtschaftliche Schädlinge (1929—1930). Besprochen von Klemm (Berlin-Dahlem) 632

Autorenregister 642

Sachregister 647

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 40.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Doktorarbeiten sind honorarfrei. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, gegliedert in 4 Hefte mit einem Durchschnittsumfang von je etwa 10 Bogen.